

การคำนวณเบี้ยประกันชีวิตของกรมธรรม์ประกันชีวิตแบบอภिवิต์ลิ้งระยะยาวภายใต้อัตราณณะไทย



นางสาวปริญญญา มากระจัน

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการประกันภัย ภาควิชาสถิติ

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PREMIUM CALCULATION FOR LONG TERM EQUITY-
LINKED LIFE INSURANCE UNDER THAI MORTALITY RATE



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Insurance

Department of Statistics

Faculty of Commerce and Accountancy

Chulalongkorn University

Academic Year 2017

Copyright of Chulalongkorn University

ปฏิญญา มากระจัน : การคำนวณเบี้ยประกันชีวิตของกรมธรรม์ประกันชีวิตแบบอภิวิตัล
ระยะยาวภายใต้อัตรา mortalitas ไทย (PREMIUM CALCULATION FOR LONG TERM
EQUITY-LINKED LIFE INSURANCE UNDER THAI MORTALITY RATE) อ.ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.สุภาณี สุรเสียงสังข์, 126 หน้า.

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อคำนวณเบี้ยประกันภัยของกรมธรรม์ประกันชีวิตแบบอภิวิตัล
ระยะยาวที่มีเวลาครบกำหนดกรมธรรม์ 10 ปี ถึง 30 ปี ของผู้เอาประกันภัยอายุ 50 ปี 55 ปี และ 60
ปี ส่วนแรกเป็นการประมาณค่าอัตรา mortalitas ของผู้สูงอายุไทยด้วยตัวแบบอินเวอร์สมคแสมร่วมกับวิธี
โคล-กิสเกอร์ และพยากรณ์อัตรา mortalitas ด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์ ส่วนที่สองเป็นการประมาณ
โครงสร้างอัตราดอกเบี้ยจากตัวแบบ Cox-Ingersoll-Ross (CIR) และในส่วนสุดท้ายเป็นการประมาณ
ค่าคอลออปชันแบบยุโรปแบบนออปชัน โดยตัวแบบแบล็คโพลล์ ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย
ข้อมูลจำนวนประชากรปลายปี และจำนวนประชากรตายระหว่างปี พ.ศ.2545 – 2559 แยกตามเพศ
และอายุ จากกระทรวงมหาดไทย และกระทรวงสาธารณสุข ตามลำดับ ข้อมูลพันธบัตรรัฐบาลไทย
ระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2541 ถึง วันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2559 จากสมาคมตราสารหนี้ไทย
และข้อมูลราคาปิดของหุ้น SET50 จากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ตั้งแต่ มกราคม พ.ศ. 2541
ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2559

ผลการศึกษาพบว่าเบี้ยประกันภัยมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อวันครบกำหนดสัญญา มีค่า
เพิ่มขึ้น โดยเบี้ยประกันภัยของผู้เอาประกันภัยที่มีอายุมากมีค่าน้อยกว่าเบี้ยประกันภัยของผู้เอา
ประกันภัยอายุน้อย เนื่องจากกรมธรรม์นี้ให้ผลประโยชน์เมื่อครบกำหนดสัญญา เบี้ยประกันภัยของ
เพศหญิงมีค่ามากกว่าของเพศชายเมื่อเปรียบเทียบในช่วงอายุเดียวกันและวันครบกำหนดสัญญา
เดียวกัน ดังนั้นการประกันชีวิตแบบอภิวิตัลจึงเหมาะสำหรับผู้สูงอายุ และเหมาะกับสัญญาประกันภัย
แบบระยะยาว ที่มีอายุตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไป

ภาควิชา สถิติ

ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา การประกันภัย

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ปีการศึกษา 2560

5881540026 : MAJOR INSURANCE

KEYWORDS: EQUITY-LINKED

PATINYA MARKRAJAN: PREMIUM CALCULATION FOR LONG TERM EQUITY-LINKED LIFE INSURANCE UNDER THAI MORTALITY RATE. ADVISOR: ASSOC. PROF. SUWANEE SURASIENGSUNK, Ph.D., 126 pp.

The objective of this research is calculating the equity-linked life insurance premiums of a 10 to 30 years term life insurance policy for elders age 50, 55 and 60. The primary portion of the mortality rate estimation for Thai elderly is evaluated by the Inverse-makeham model and Coale-Kisker method whereas the Lee-Carter model is used to predict the mortality rates. The second portion is for the interest rate structure of the model to be estimated by using the Cox-Ingersoll-Ross (CIR) model. The final portion estimates the European Option using the Black Scholes model. The data sets for this study are the number of population by age and sex and the number of death by age and sex for 2002 to 2016 from the Ministry of Interior and the Ministry of Public Health. The Thai Government Bond Information from January 1, 1998 to December 30, 2016 from the Thai Bond Market Association, and the closing price of SET50 index from January 1998 and December 2016 from The Securities Exchange of Thailand

The study is showed that the premium contract when time to maturity increasing the premiums of the older insured are less than the premiums of the younger insured due to receiving benefit when the policy is terminated. Also, the premium for female are greater than for male based on the same age and time to maturity. All-in-all, the Equity-Linked Life Insurance is ideal for the elderly and is suitable for long-term insurance contracts of over 20 years

Department: Statistics

Student's Signature

Field of Study: Insurance

Advisor's Signature

Academic Year: 2017

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยคำแนะนำจากรองศาสตราจารย์ ดร.สุวภาณี สุระเสียงสังข์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำและช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆของวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากที่สุด

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ฐิติวดี ชัยวัฒน์ และอาจารย์ ดร.ณัตติฤดี เจริญรักษ์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ และยังให้คำแนะนำและแนวทางในการแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้มีความครบถ้วนสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ กระทรวงมหาดไทย กระทรวงสาธารณสุข สมาคมตราสารหนี้ไทย และตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ที่กรุณาให้ข้อมูลเพื่อให้งานวิจัยนี้สำเร็จเรื่องไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนๆ และทุกๆ คนที่คอยให้กำลังใจ และให้คำปรึกษาในด้านต่างๆ และขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และคุณยาย ที่ให้การสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้าน



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 บริบทของปัญหา.....	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.5 ข้อกำหนดเบื้องต้น.....	3
1.6 ข้อจำกัดของการวิจัย	3
1.7 คำจำกัดความของงานวิจัย.....	3
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.9 แนวทางของการวิเคราะห์ข้อมูลโดยย่อ.....	4
1.10 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 การประกันชีวิตแบบ Equity-Linked	6
2.2 อัตราดอกเบี้ย (Interest rate).....	7
2.2.1 พันธบัตรที่ไม่จ่ายดอกเบี้ย (Zero coupon bond).....	7
2.3 อัตราการตาย (Mortality rates).....	8

2.3.1 การประมาณค่าอัตราณด้วยตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม (Inverse-Makeham Model).....	8
2.3.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม	9
2.3.3 การประมาณค่าอัตราณ	11
2.3.4 การปรับค่าอัตราณของผู้สูงอายุโดยวิธีโคล-กิสเกอร์ (Coale-Kisker method).....	11
2.3.5 การพยากรณ์อัตราณด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter Model).....	12
2.4 เบี้ยประกันภัยของสัญญาประกันชีวิตอควิตี้ลิ่ง.....	14
2.4.1 การประมาณมูลค่าคอลอปชั่น.....	14
2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature review).....	15
บทที่ 3 วิธีการดำเนินวิจัย	18
3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล	18
3.2 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล.....	18
3.3 การประมาณค่าอัตราณที่ได้จากตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม	24
3.3.1 การคำนวณอัตราณโดยเฉลี่ย.....	24
3.3.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์.....	29
3.3.3 การประมาณค่าอัตราณจากตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม	32
3.3.4 การประมาณค่าอัตราณจากตัวแบบ Coale-Kisker.....	34
3.4 การพยากรณ์อัตราณจากตัวแบบลี-คาร์เตอร์.....	37
3.4.1. การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ.....	37
3.4.2. การพยากรณ์ค่าอัตราณด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์.....	43
3.5 การประมาณโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยจากตัวแบบ CIR.....	44
บทที่ 4 การประมาณค่าคอลอปชั่น และการคำนวณเบี้ยประกันภัยของสัญญาประกันชีวิตแบบอควิตี้ลิ่ง.....	47

4.1 การประมาณค่าคอลออปชั่น.....	47
4.2 การคำนวณเบี้ยประกันภัยของสัญญาประกันชีวิตแบบอภिवิตีตั้ง.....	50
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	55
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	55
5.2 อภิปรายผล.....	56
5.3 ข้อเสนอแนะ	56
รายการอ้างอิง	58
ภาคผนวก.....	60
ภาคผนวก ก ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศชาย และเพศหญิง ในปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ. 2559.....	61
ภาคผนวก ข จำนวนประชากรกลางปีของเพศชาย และเพศหญิง ในปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ. 2559	80
ภาคผนวก ค อัตราภาระรายอายุ 50 – 110 ปี เพศชาย และเพศหญิง ในปี พ.ศ. 2558 ถึง พ.ศ. 2588.....	101
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	126

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้ว จำนวนประชากรกลางปี อัตราตายกลางปี	19
ตารางที่ 3.2 ข้อมูลจำนวนการตายเฉลี่ย จำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ย อัตราตายกลางปีเฉลี่ย และอัตราการณะเฉลี่ยของประชากรไทยเพศชาย ช่วงปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2547	25
ตารางที่ 3.3 ค่าประมาณพารามิเตอร์ ค่าไควสแควร์และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ ของตัวแบบอินเวอร์สเมคแอม เพศชาย ในปี พ.ศ.2546 ถึง พ.ศ.2558	31
ตารางที่ 3.4 ค่าอัตราการณะที่ประมาณได้จากตัวแบบอินเวอร์สเมคแอมของเพศหญิงและเพศชาย.....	32
ตารางที่ 3.5 แสดงอัตราการณะจากทะเบียนราษฎร์ และอัตราการณะจากตัวแบบ Coale-kisker.....	35
ตารางที่ 3.6 ค่าประมาณพารามิเตอร์ d_x ของเพศชาย และเพศหญิง จำแนกตามอายุ 50 – 110 ปี.....	38
ตารางที่ 3.7 ค่าประมาณพารามิเตอร์ b_x ของเพศชาย และเพศหญิง จำแนกตามอายุ 50 -110 ปี.....	41
ตารางที่ 3. 8 ค่าประมาณพารามิเตอร์ k_t ของเพศชาย และเพศหญิง.....	42
ตารางที่ 3.9 ค่าประมาณ k_t ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ ปีพ.ศ. 2559 – 2588 เพศชายและเพศหญิง.....	43
ตารางที่ 3.10 แสดงค่าประมาณของพารามิเตอร์ k, θ, γ และ σ	44
ตารางที่ 3.11 แสดงค่า $r(0)$ และ $P(0,T)$ ของอัตราดอกเบี้ยที่ครบกำหนด 10 ปี ถึง 30 ปี.....	46
ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลอัตราผลตอบแทนของดัชนี SET50	47
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบแบล็คโชลส์ และค่าคอลลอปชั่น	49
ตารางที่ 4.3 อัตราเบี้ยประกันภัยแบบอควิตีลิ่ง ที่มีระยะเวลาคุ้มครองตั้งแต่ 10 ปี ถึง 30 ปี ...	51

ตารางที่ 4.4	อัตราเบี้ยประกันภัยแบบอควิตีลิ่ง ที่มีระยะเวลาคุ้มครองตั้งแต่ 10 ปี ถึง 30 ปี..	52
ตารางที่ 4.5	อัตราเบี้ยประกันภัยแบบอควิตีลิ่ง ที่มีระยะเวลาคุ้มครองตั้งแต่ 10 ปี ถึง 30 ปี ...	53
ตารางที่ ก1	ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศชาย ในปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2552	62
ตารางที่ ก2	ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศชาย ในปี พ.ศ.2553 ถึง พ.ศ.2559	66
ตารางที่ ก3	ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศหญิง ในปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2552	70
ตารางที่ ก4	ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศหญิง ในปี พ.ศ.2553 ถึง พ.ศ.2559	75
ตารางที่ ข1	จำนวนประชากรกลางปีของเพศชาย ในปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ.2552	81
ตารางที่ ข2	จำนวนประชากรกลางปีของเพศชาย ในปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ.2559	86
ตารางที่ ข3	จำนวนประชากรกลางปีของเพศหญิง ในปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ.2552	91
ตารางที่ ข4	จำนวนประชากรกลางปีของเพศหญิง ในปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ.2559	96
ตารางที่ ค1	อัตรามรณะรายอายุ 50–110 ปี ของเพศชาย ตั้งแต่ พ.ศ.2558 ถึง พ.ศ.2565 ..	102
ตารางที่ ค2	อัตรามรณะรายอายุ 50–110 ปี ของเพศชาย ตั้งแต่ พ.ศ.2566 ถึง พ.ศ.2573 ..	105
ตารางที่ ค3	อัตรามรณะรายอายุ 50–110 ปี ของเพศชาย ตั้งแต่ พ.ศ.2574 ถึง พ.ศ.2581 ..	108
ตารางที่ ค4	อัตรามรณะรายอายุ 50–110 ปี ของเพศชาย ตั้งแต่ พ.ศ.2582 ถึง พ.ศ.2588 ..	111
ตารางที่ ค5	อัตรามรณะรายอายุ 50–110 ปี ของเพศหญิง ตั้งแต่ พ.ศ.2558 ถึง พ.ศ.2565 .	114
ตารางที่ ค6	อัตรามรณะรายอายุ 50–110 ปี ของเพศหญิง ตั้งแต่ พ.ศ.2566 ถึง พ.ศ.2573 .	117
ตารางที่ ค7	อัตรามรณะรายอายุ 50–110 ปี ของเพศหญิง ตั้งแต่ พ.ศ.2574 ถึง พ.ศ.2581 .	120
ตารางที่ ค8	อัตรามรณะรายอายุ 50–110 ปี ของเพศหญิง ตั้งแต่ พ.ศ.2582 ถึง พ.ศ.2588 .	123

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
แผนภาพที่ 3.1 แสดงอัตราภาระของเพศชาย ตั้งแต่ พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ. 2559	23
แผนภาพที่ 3.2 แสดงอัตราภาระของเพศหญิง ตั้งแต่ พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ. 2559	23
แผนภาพที่ 3.3 แสดงอัตราภาระของเพศชาย.....	37
แผนภาพที่ 3.4 แสดงอัตราภาระของเพศหญิง.....	37



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันโครงสร้างประชากรประเทศไทยได้มีการเปลี่ยนแปลงไปสู่การเป็นสังคมผู้สูงอายุ อันเนื่องมาจากการวางแผนครอบครัวอย่างมีประสิทธิภาพทำให้อัตราการเกิดลดลง และอายุขัยเฉลี่ยที่มากขึ้นจากเทคโนโลยีทางการแพทย์และการเอาใจใส่สุขภาพที่มากขึ้น จากรายงานสถานการณ์ประชากรไทย พ.ศ. 2558 ของกองทุนประชากรแห่งสหประชาชาติประจำประเทศไทย (UNFPA) พบว่าสัดส่วนประชากรสูงอายุขยายตัวเพิ่มมากขึ้น และสัดส่วนประชากรวัยเด็กที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปี ลดน้อยลง ในปีพ.ศ. 2513 มีจำนวนเด็กอายุต่ำกว่า 15 ปีคิดเป็นครึ่งหนึ่งของประชากรไทยทั้งหมด ส่วนประชากรผู้สูงอายุมีสัดส่วนเพียงร้อยละ 5 เท่านั้น ในปี พ.ศ. 2553 สัดส่วนประชากรวัยเด็กอายุต่ำกว่า 15 ปีลดลงเหลือเพียงร้อยละ 19.2 ขณะที่ผู้สูงอายุกลับมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 12.0 นอกจากนี้ ยังมีการคาดการณ์ว่าภายในปี พ.ศ. 2583 สัดส่วนประชากรที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปีจะคิดเป็นเพียงร้อยละ 15.9 ของประชากรทั้งหมด ขณะที่ประชากรผู้สูงอายุนั้นจะมีสัดส่วนถึงร้อยละ 32.1 โดยผู้สูงอายุสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม (ขวัญดาว กล่ำรัตน์, 2554) ได้แก่

- 1) ผู้สูงอายุตอนต้น คือ บุคคลที่มีอายุ 60-69 ปี ทั้งชายและหญิง เป็นบุคคลที่พึ่งจะเกษียณอายุการทำงาน มีความมั่งคั่งสูง และค่อนข้างแข็งแรง พึ่งพาตัวเองได้ โดยผู้สูงอายุก่อนหน้านี้จะมีกำลังซื้อสูงเนื่องจากส่วนใหญ่หมดภาระเงินก้อนใหญ่ เช่น สินเชื่อ บ้าน และอื่นๆ
- 2) ผู้สูงอายุตอนปลาย คือ บุคคลที่มีอายุ 70 ปีขึ้นไป ทั้งชายและหญิง เป็นช่วงที่คนเริ่มเจ็บป่วยและมีความจำเป็นต้องพึ่งพาคนอื่น ดังนั้น พฤติกรรมการใช้จ่ายส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการรักษาพยาบาล และสำหรับบางคนอาจจะต้องใช้เงินเป็นจำนวนมากในการรักษา

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นทำให้เห็นว่าผู้สูงอายุตอนต้นนั้นจะมีเงินสะสมจากการทำงานเป็นจำนวนมาก หรือเรียกว่า เงินก้อน ดังนั้นผู้สูงอายุควรหาทางเลือกในการจัดการกับเงินในส่วนนี้ เพื่อที่จะได้มีเงินมารองรับค่าใช้จ่ายในการดำรงชีวิตในช่วงชีวิตต่อไป อาทิเช่น ค่ารักษาพยาบาล ค่าอุปโภคบริโภค โดยเงินก้อนนั้นสามารถนำไปลงทุนเพื่อการออมเงินหลากหลายชนิด อาทิเช่น การฝากเงินในธนาคาร การทำประกันชีวิต การลงทุนในกองทุนรวมต่างๆ เป็นต้น

การประกันชีวิตเป็นทางเลือกหนึ่งในการลงทุนสำหรับวัยผู้สูงอายุ เพราะในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ประกันชีวิตไม่ได้มีเพียงแค่การคุ้มครองชีวิตเท่านั้น แต่ยังมีการเพิ่มผลประโยชน์ที่ได้รับจากการลงทุน ทำให้เมื่อเสียชีวิตหรือครบกำหนดสัญญาจะได้รับเงินเอาประกันภัยและกำไรที่ได้จากการลงทุน

การประกันชีวิตแบบ Equity-Linked เป็นการประกันชีวิตในลักษณะควบการลงทุน โดยผู้เอาประกันภัยจะได้รับความคุ้มครองเมื่อเสียชีวิตหรือถ้าหากมีชีวิตอยู่จนครบสัญญาก็จะได้รับเงินคืนตามสัญญาและยังได้รับผลตอบแทนจากการลงทุนอีกส่วนหนึ่งด้วย

1.2 บริบทของปัญหา

จากปัญหาผู้สูงอายุของสังคมไทยที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงต้องหามาตรการรับมือในเรื่องค่าใช้จ่ายต่างๆที่อาจจะเกิดขึ้น และการประกันชีวิตแบบอควิตีตี้ลิงระยะยาวก็เป็นทางเลือกหนึ่งในการจัดการปัญหาเหล่านี้ เพราะในช่วงก่อนจะเกษียณอายุนั้นจะเป็นช่วงที่มีเงินเก็บเป็นจำนวนมาก จึงควรที่จะนำเงินมาลงทุนในช่องทางอื่น เพื่อรองรับความเสี่ยงในด้านต่างๆ อาทิเช่น ความเสี่ยงจากค่ารักษาสุขภาพ ความเสี่ยงของอัตราเงินเฟ้อ ความเสี่ยงจากการมีอายุยืน เป็นต้น

งานวิจัยนี้จะศึกษาการคำนวณอัตราเบี้ยประกันภัยของการประกันภัยแบบอควิตีตี้ลิงระยะยาวสำหรับผู้สูงอายุ เนื่องจากเป็นแบบประกันชีวิตของผู้สูงอายุดังนั้นงานวิจัยนี้จะประมาณค่าอัตรา mortality ของผู้สูงอายุจากตัวแบบอินเวอร์สเมคแซม ซึ่งเป็นตัวประมาณที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด (স্যุมภู สายชลพิทักษ์, 2553) นอกจากนี้เนื่องจากแบบประกันชีวิตนี้เป็นแบบระยะยาวจึงต้องพยากรณ์ค่าของอัตรา mortality โดยใช้ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ ในส่วนของการพยากรณ์อัตราดอกเบี้ยจะใช้ตัวแบบ Cox-Ingersoll-Ross (CIR) ในการพยากรณ์อัตราดอกเบี้ย

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประมาณและพยากรณ์ค่าอัตรา mortality ของผู้สูงอายุไทย
2. เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์อัตราดอกเบี้ย
3. เพื่อคำนวณเบี้ยประกันภัยของการประกันภัยแบบ Equity-Linked สำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้ 1) ข้อมูลจำนวนประชากรปลายปีและจำนวนประชากรที่ตายระหว่างปี ในการประมาณค่าและพยากรณ์อัตราการระยะของผู้สูงอายุไทย 2) ข้อมูลพันธบัตรรัฐบาลไทยในการพยากรณ์อัตราดอกเบี้ย และ 3) ข้อมูลราคาปิดของหุ้น set 50 ในการพยากรณ์ราคาหุ้น เนื่องจากราคาปิดของหุ้น set 50 เป็นราคาของหุ้น 50 ตัวแรกของตลาดหุ้น จึงสามารถอธิบายแนวโน้มของราคาหุ้นได้ดีที่สุด

1.5 ข้อกำหนดเบื้องต้น

1. กรมธรรม์ประกันชีวิตแบบ Equity-Linked จ่ายผลประโยชน์เมื่อผู้เอาประกันภัยเสียชีวิตหรือรอดจนครบสัญญาประกันชีวิต และกำหนดให้ผู้เอาประกันภัยอายุตั้งแต่ 50 ปี ถึง 90 ปี
2. อีควิตีลิงก์ (Equity-Linked) ในการศึกษาครั้งนี้เป็นตราสารทางการเงิน คือ ดัชนี SET50
3. การจ่ายผลประโยชน์การเสียชีวิตจะจ่ายที่สิ้นปีกรมธรรม์ที่ผู้ถือกรมธรรม์เสียชีวิต
4. กำหนดให้อัตราระยะ ค่าคอลอปชั่น และอัตราดอกเบี้ย เป็นอิสระต่อกัน เพื่อใช้ในการคำนวณเบี้ยประกันชีวิต

1.6 ข้อจำกัดของการวิจัย

1. การประมาณค่าคอลอปชั่นใช้ตัวแบบ Black-Scholes
2. การประมาณค่าอัตราดอกเบี้ยระยะสั้นใช้ตัวแบบ Cox-Ingersoll-Ross (CIR)
3. การประมาณค่าอัตราการระยะใช้ตัวแบบอินเวอร์สแมคแฮม
4. การพยากรณ์ค่าอัตราการระยะใช้ตัวแบบบลี-คาร์เตอร์
5. การปรับข้อมูลให้เรียบใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งละ 3 ปี

1.7 คำจำกัดความของงานวิจัย

คอลอปชั่น (Call Option) คือ สัญญาระหว่างบุคคล 2 ฝ่ายที่ผู้ขายให้สิทธิแก่ผู้ซื้อคอลอปชั่นในการซื้อสินทรัพย์อ้างอิงภายใต้สัญญา

ยุโรปียนอปชั่น (European Option) เป็นสัญญาสิทธิที่ให้สิทธิผู้ถือที่สามารถจะซื้อหรือขายสินทรัพย์ตามสัญญาสิทธิในวันที่ครบกำหนดตามสัญญาเท่านั้น

ผู้สูงอายุ คือ บุคคลซึ่งมีอายุเกิน 60 ปีบริบูรณ์ขึ้นไป

SET 50 Index คือ ดัชนีราคาหุ้นที่ใช้แสดงระดับและความเคลื่อนไหวของราคาหุ้นสามัญ 50 ตัวที่มีมูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization) สูง การซื้อขายมีสภาพคล่องสูงอย่างสม่ำเสมอ และมีสัดส่วนผู้ถือหุ้นรายย่อยผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบมูลค่าเบี้ยประกันภัยแบบจ่ายครั้งเดียวของการประกันภัยแบบ Equity-Linked เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบหรือกำหนดราคาผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ในประเทศไทย
2. ได้ค่าประมาณของราคาคอลอปชั่น เพื่อกำหนดทิศทางในการลงทุนในหุ้น
3. ได้ตัวแบบพยากรณ์อัตราดอกเบี้ย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดอัตราดอกเบี้ยสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนในประเทศไทย
4. ได้ตัวแบบประมาณและพยากรณ์อัตราฐานะของผู้สูงอายุไทย ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการออกผลิตภัณฑ์ประกันภัยที่เกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุได้

1.9 แนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลโดยย่อ

1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประกันชีวิตแบบ Equity-Linked
2. ศึกษาวิธีการประมาณค่าคอลอปชั่น
3. ศึกษาวิธีการประมาณค่าอัตราฐานะของผู้สูงอายุโดยตัวแบบอินเวอร์สแมคแฮม
4. ศึกษาวิธีการพยากรณ์อัตราฐานะของผู้สูงอายุโดยตัวแบบลี-คาร์เตอร์
5. ศึกษาวิธีการประมาณอัตราดอกเบี้ยโดยตัวแบบ CIR
6. ขอความอนุเคราะห์ขอข้อมูลดัชนีราคาหุ้น set 50 จำนวนประชากรกลางปี จำนวนประชากรที่ตาย และอัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลไทย จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
7. จัดเตรียมข้อมูลดัชนีราคาหุ้น set 50 และอัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลไทย เพื่อใช้ในการพยากรณ์ราคาหุ้นและอัตราดอกเบี้ย
8. จัดเตรียมข้อมูลจำนวนประชากรกลางปี และจำนวนประชากรที่ตายเพื่อใช้ในการประมาณค่าและพยากรณ์อัตราฐานะของผู้สูงอายุไทย
9. ประมาณค่าโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยด้วยตัวแบบ CIR
10. ประมาณค่าคอลอปชั่นด้วยตัวแบบ Black-Scholes
11. คำนวณราคาพันธบัตรที่ไม่จ่ายดอกเบี้ย (Zero Coupon Bond)

12. ประมาณค่าอัตราณณะด้วยตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม
 - 12.1 ปรับข้อมูลจำนวนการตายและจำนวนประชากรให้มีค่าในลักษณะที่ควรจะเป็นและคำนวณอัตราตายกลางปี
 - 12.2 ประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม
 - 12.3 นำค่าพารามิเตอร์ที่ได้มาประมาณค่าอัตราณณะจากตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม
13. ประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบลี-คาร์เตอร์ และสร้างสมการพยากรณ์อัตราณณะ
14. คำนวณเบี้ยประกันภัยแบบจ่ายครั้งเดียวของประกันชีวิตแบบ Equity-Linked
15. วิเคราะห์และสรุปผล
16. เขียนรายงานผลการวิจัย

1.10 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย

งานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบไปด้วย 5 บท ในบทที่ 1 จะกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของการวิจัย ข้อจำกัดต่างๆ รวมถึงวิธีการดำเนินงานวิจัยโดยย่อ ในบทที่ 2 จะกล่าวถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในบทที่ 3 จะกล่าวถึงวิธีดำเนินงาน และทฤษฎีต่างๆ อาทิเช่น การปรับข้อมูลต่างๆ การประมาณค่าและพยากรณ์อัตราณณะ การประมาณค่าอัตราดอกเบี้ย การประมาณค่าดัชนีราคาหุ้น เป็นต้น ในบทที่ 4 จะเป็นการคำนวณอัตราเบี้ยประกันภัยของกรมธรรม์ประกันชีวิตแบบอควิตีลิ่งระยะยาว และในบทที่ 5 จะเป็นการสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะของงานวิจัยนี้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประกันชีวิตแบบ Equity-Linked

การประกันชีวิตแบบ Equity-Linked เป็นการประกันชีวิตที่ควบการลงทุนในกองทุนรวม การประกันชีวิตแบบนี้มีลักษณะเด่นที่สำคัญคือ มีการจ่ายเงินผลประโยชน์คล้ายกับการซื้อ-ขายสิทธิ (Option) ของดัชนีหุ้น รวมกับเงินเอาประกันภัยที่ได้จากการเสียชีวิตหรือเมื่ออยู่จนครบกำหนดสัญญา โดยบริษัทประกันชีวิตจะรับประกันเงินเอาประกันภัยขั้นต่ำ ให้แก่ผู้เอาประกันภัย จึงช่วยลดความเสี่ยงจากการลงทุน การประกันชีวิตแบบ Equity-Linked จึงเหมาะกับผู้ที่ต้องการความคุ้มครอง การประกันชีวิตเพื่อเป็นเครื่องมือในการบริหารความเสี่ยงภัย แต่ยังคงต้องการที่จะเสี่ยงภัยในส่วนของ การลงทุนเพื่อให้ได้ผลตอบแทนจากการลงทุนที่สูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ในส่วนของการลงทุนนั้นผู้ซื้อกรมธรรม์ประเภทนี้จะมีความเสี่ยงน้อยกว่าความเสี่ยงของนักลงทุนในตลาดทุน

การประกันชีวิตแบบ Equity-Linked จะประกอบไปด้วยความเสี่ยง 3 ด้าน ได้แก่ ความเสี่ยงด้านอัตราดอกเบี้ย ความเสี่ยงจากการผันผวนของตราสารทุน และความเสี่ยงด้านอัตราระยะ เป็นที่รู้กันดีว่าการประเมินมูลค่าและการกระจายความเสี่ยงของผลิตภัณฑ์ประกันชีวิตที่มีระยะเวลาของสัญญาที่ยาวนานเป็นเรื่องที่ยาก มีงานวิจัยหลายฉบับที่ได้ศึกษาการประเมินมูลค่าของสัญญาประกันชีวิตแบบ Equity-Linked ยกตัวอย่างเช่น การประเมินมูลค่าของสัญญาประกันชีวิตแบบ Equity-Linked ภายใต้ตัวแบบ Black-Scholes หรือในงานวิจัยได้นำการคิดอัตราดอกเบี้ยแบบเฟ้นสุ่มมา (stochastic interest rate) ใช้ในการคำนวณ

งานวิจัยนี้กำหนดให้กรมธรรม์การประกันชีวิตแบบ Equity-Linked มีการจ่ายเบี้ยประกันภัยแบบครั้งเดียว (Single Premium) ผู้เอาประกันภัยจะได้รับผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุนและเงินเอาประกันภัยเมื่ออยู่จนครบสัญญา เบี้ยประกันภัยจะนำไปลงทุนโดยบริษัทประกันชีวิตตั้งแต่เริ่มสัญญาจนกระทั่งครบกำหนดสัญญาเป็นจำนวน K หน่วยของดัชนีตราสารทุน (Chan & Platen, 2016) โดยมีสมการดังนี้

$$V_{\bar{T}} = \left[(S_{\bar{T}} - g(\bar{T}))^+ + g(\bar{T}) \right] \quad (2.1)$$

$$V_{\bar{T}} = \left[(g(\bar{T}) - S_{\bar{T}})^+ + S_{\bar{T}} \right] \quad (2.2)$$

โดยที่	$V_{\bar{T}}$	คือ	มูลค่าของกรมธรรม์ ณ เวลาครบกำหนด
	S_t	คือ	ดัชนีราคาหุ้น ณ เวลาที่ t
	$g(\bar{T})$	คือ	จำนวนเงินเอาประกันภัยขั้นต่ำ

จากสมการ (2.1) การจ่ายเงินจะอยู่ในรูปแบบคอลออปชัน (Call Option)¹ โดยมี $g(\bar{T})$ เป็นราคาตามสิทธิ (strike price) กล่าวคือเมื่อผู้เอาประกันภัยอยู่จนครบกำหนดสัญญาจะได้รับเงินเอาประกันภัยขั้นต่ำที่บริษัทกำหนดหรือเงินผลประโยชน์ที่ได้จากการลงทุนในกองทุน ขึ้นอยู่ว่ามูลค่าใดจะมากกว่า

2.2 อัตราดอกเบี้ย (Interest rate)

อัตราดอกเบี้ยในธุรกิจประกันชีวิตโดยทั่วไปจะใช้อัตราดอกเบี้ยคงที่ โดยอัตราดอกเบี้ยที่กำหนดนั้นเป็นอัตราดอกเบี้ยที่ผู้รับประกันภัยคาดว่าจะได้รับจากการนำเบี้ยประกันภัยไปลงทุน แต่ในความเป็นจริงแล้วอัตราดอกเบี้ยที่ได้รับจากการลงทุนอาจจะไม่เป็นไปตามที่คาดไว้ ผู้รับประกันภัยจึงต้องหาตัวแบบที่เหมาะสมในการคิดอัตราดอกเบี้ย เพื่อป้องกันความเสี่ยงในด้านนี้

2.2.1 พันธบัตรที่ไม่จ่ายดอกเบี้ย (Zero coupon bond)

พันธบัตรที่ไม่จ่ายดอกเบี้ย คือ ตราสารหนี้ที่ไม่มีการจ่ายดอกเบี้ย (coupon) ระหว่างอายุของตราสารหนี้ โดยราคาที่กำหนดในครั้งแรกหรือตลาดแรกนั้น จะเป็นราคาที่ต่ำกว่าราคาของผู้ออกตราสารหนี้จะไถ่ถอนเมื่อครบกำหนด ตัวแบบในการหาอัตราดอกเบี้ย ได้มีผู้เสนอไว้หลายตัวแบบ ยกตัวอย่างเช่น ตัวแบบวาซิเชก (Vasicek) ตัวแบบ Cox-Ingersoll-Ross หรือ CIR ตัวแบบ Quadratic เป็นต้น จากงานวิจัยของ สุภัทร มงคลเกียรติชัย ในปีพ.ศ.2549 ได้เปรียบเทียบพฤติกรรมอัตราดอกเบี้ยระยะสั้นในประเทศไทยระหว่างตัวแบบ Vasicek และ ตัวแบบ CIR พบว่าตัวแบบ CIR สามารถอธิบายพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราดอกเบี้ยระยะสั้นได้ดีกว่าตัวแบบ Vasicek เพราะมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก ซึ่งไม่ขัดแย้งกับหลักการทฤษฎีทางการเงิน (สุภัทร มงคลเกียรติชัย, 2549) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ตัวแบบ CIR ในการประมาณค่าอัตราดอกเบี้ยในอนาคต

ตัวแบบ CIR กำหนดให้การเคลื่อนไหวของอัตราดอกเบี้ยโดยพลัน r_t มีการเคลื่อนไหวแบบต่อเนื่อง

$$dr_t = k(\theta - r_t)dt + \sigma\sqrt{r_t}d\tilde{W}_t \quad (2.3)$$

¹ คอลออปชัน (Call Option) คือ สัญญาระหว่างบุคคล 2 ฝ่ายที่ผู้ขายให้สิทธิแก่ผู้ซื้อคอลออปชันในการซื้อสินทรัพย์อ้างอิงภายใต้สัญญา

โดยที่	r_t	คือ	อัตราดอกเบี้ยโดยพลัน (Instantaneous interest rate)
	W	คือ	กระบวนการแบบวินเนอร์ (Wiener process)
	k	คือ	พารามิเตอร์ที่ใช้กำหนดอัตราการเคลื่อนไหวของ r_t ในการลู่เข้าสู่ค่าเฉลี่ย
	σ	คือ	ความผันผวนของอัตราดอกเบี้ย (Interest rate volatility)
	θ	คือ	ระดับในการลู่เข้าสู่ค่าเฉลี่ย (Mean reversion level)

ภายใต้ข้อกำหนด $2\theta\mu > \sigma^2$ ซึ่งจะทำให้อัตราดอกเบี้ยโดยพลัน r_t จะมีค่าเป็นบวกเสมอที่จะทำให้ข้อมูลมีการแจกแจงแบบไควสแควร์ซึ่งมีได้อยู่ที่ศูนย์กลาง (Non-Central Chi Square) โดยเมื่อกำหนดการเคลื่อนไหวดังสมการ (2.12) แล้วอัตราดอกเบี้ยระยะสั้น (Short rate) ที่ประมาณโดยตัวแบบ CIR จะเท่ากับ

$$\begin{aligned}
 P(t, \bar{T}) &= \exp\{A(t) - B(t)r_0\} & (2.4) \\
 \text{โดยที่} \quad A(t) &= \frac{2k\theta}{\sigma^2} \ln \left[\frac{2\gamma \exp\left\{\frac{(\gamma+k)t}{2}\right\}}{(\gamma+k)(\exp\{\mathcal{T}\}-1) + 2\gamma} \right] \\
 B(t) &= \frac{2(\exp\{\mathcal{T}\}-1)}{(k+\gamma)(\exp\{\mathcal{T}\}-1) + 2\gamma} \\
 \gamma &= \sqrt{k^2 + 2\sigma^2}
 \end{aligned}$$

เมื่อ $k, \theta, \gamma, \sigma$ เป็นพารามิเตอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 อัตราการตาย (Mortality rates)

อัตราการตายเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการคิดเบี้ยประกันภัย อัตราการตายที่ใช้นั้นจึงต้องมีความเหมาะสมกับแบบประกันชีวิต โดยแต่ละช่วงของอายุและเพศย่อมมีอัตราการตายที่แตกต่างกันไป ในงานวิจัยนี้จะแบ่งการคำนวณอัตราการตายออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

2.3.1 การประมาณค่าอัตราการตายด้วยตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม (Inverse-Makeham Model)

เนื่องจากกลุ่มเป้าหมายของแบบประกันชีวิตที่ศึกษานั้นเป็นกลุ่มผู้สูงอายุ และตารางมรณะที่ประกาศใช้นั้นจะมีระยะเวลานานในการปรับปรุง ซึ่งอาจไม่เหมาะสมกับเหตุการณ์ในปัจจุบันและในอนาคตที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จึงต้องประมาณค่าอัตราการตายในช่วงอายุของผู้สูงอายุ โดยตัวแบบประมาณค่าอัตราการตายมีหลายตัวแบบ ยกตัวอย่างเช่น ตัวแบบคานิสโต (Kannisto Model) ตัว

แบบกอมเพอซ-แมคแฮม (Gompertz-Makeham) ตัวแบบแมคแฮม (Makeham Model) ตัวแบบอินเวอร์สแมคแฮม (Inverse-Makeham Model) ทฤษฎีค่าสุดขีด (Extreme-Value Theory) เป็นต้น จากงานวิจัยของสยมภู สายชลพิทักษ์ เมื่อปีพ.ศ.2553 พบว่าตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการประมาณค่าอัตราการณะของประชากรผู้สูงอายุมากที่สุดคือตัวแบบ อินเวอร์สแมคแฮม (Inverse-Makeham Model) โดยนำค่าที่ประมาณอัตราการณะที่ได้จากตัวแบบอินเวอร์สแมคแฮม มาเปรียบเทียบกับอัตราการณะที่คำนวณจากข้อมูลทะเบียนราษฎร พบว่าค่าที่ได้จากตัวแบบอินเวอร์สแมคแฮมให้ค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อน (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) (สยมภู สายชลพิทักษ์, 2553) น้อยที่สุด

2.3.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบอินเวอร์สแมคแฮม

ตัวแบบอินเวอร์สแมคแฮม (Inverse-Makeham Model) มีรูปแบบดังนี้

$$q_x = 1 - \frac{1 - \exp\left\{-e^{-\frac{x+1-m}{\sigma}}\right\}}{1 - \exp\left\{-e^{-\frac{x-m}{\sigma}}\right\}} \exp\left\{-e^{-\frac{D}{\sigma}}\right\} \quad (2.5)$$

การประมาณค่าอัตราการณะด้วยตัวแบบอินเวอร์สแมคแฮม (Inverse-Makeham Model) ต้องประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบก่อน โดยฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น คือ

$$L(\theta) = \prod_{x=50}^u \{q_x(\theta)^{d_x(\theta)} p_x(\theta)^{l_x(\theta) - d_x(\theta)}\} \quad (2.6)$$

โดยที่

$q_x(\theta)$	คือ	อัตราการณะของคนอายุ x ปี ถึง $x+1$ ปี
$p_x(\theta)$	คือ	อัตราการรอดชีพของคนอายุ x ปี ถึง $x+1$ ปี
$d_x(\theta)$	คือ	จำนวนคนตายในช่วงอายุ x ปี ถึง $x+1$ ปี
$l_x(\theta)$	คือ	จำนวนปีที่คาดหมายทั้งหมดที่คนจะมีชีวิตอยู่ระหว่างอายุ x ปี ถึง $x+1$ ปี ของกลุ่มคนทั้งหมด

เมื่อ take log ทั้งสองข้างจะได้ฟังก์ชัน ดังนี้

$$l(\theta) = \sum_{x=60}^u \{d_x(\theta) \times \log(q_x(\theta)) + (l_x(\theta) - d_x(\theta)) \times \log(p_x(\theta))\} \quad (2.7)$$

โดยค่าพารามิเตอร์ที่นำไปใช้ คือค่าพารามิเตอร์ที่ทำให้ $l(\theta)$ มีค่ามากที่สุด โดยใช้โปรแกรม R ในการคำนวณ จากนั้นนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้ไปแทนในสมการของฟังก์ชันความหนาแน่น $\mu(x)$ ของตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม ดังนี้

$$\mu(x) = \frac{\frac{1}{\sigma} \exp\left\{-\frac{x-m}{\sigma}\right\}}{\exp\left\{e^{-\frac{x-m}{\sigma}}\right\} - 1} + \exp\left\{-\frac{D}{\sigma}\right\} \quad (2.8)$$

เมื่อ D, m, σ เป็นพารามิเตอร์

โดยใช้ค่าของฟังก์ชันความหนาแน่นจะเป็นในการประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยแทนค่า l_x และ d_x ลงในฟังก์ชัน และแทน p_x และ q_x สำหรับตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม ดังนี้

$$p_x = \frac{1 - \exp\left\{-e^{-\frac{x+1-m}{\sigma}}\right\}}{1 - \exp\left\{-e^{-\frac{x-m}{\sigma}}\right\}} \exp\left\{-e^{-\frac{D}{\sigma}}\right\} \quad (2.9)$$

ดังนั้น จะได้สมการ (2.5) คือ

$$q_x = 1 - \frac{1 - \exp\left\{-e^{-\frac{x+1-m}{\sigma}}\right\}}{1 - \exp\left\{-e^{-\frac{x-m}{\sigma}}\right\}} \exp\left\{-e^{-\frac{D}{\sigma}}\right\}$$

จากนั้นตรวจสอบความสมนัยของตัวแบบกับข้อมูลด้วยค่าไคส์แควร์จากสมการ

$$\chi^2 = \sum_{x=50}^u \left\{ \frac{(d_{x(\text{ข้อมูล})} - d_{x(\text{ตัวแบบ})})^2}{d_{x(\text{ตัวแบบ})}} \right\} \quad (2.10)$$

โดยจะเลือกพารามิเตอร์จากค่า u ที่มากที่สุด ที่ทำให้ค่าของ $\chi^2_{\text{คำนวณ}} < \chi^2_{u-49, 0.95}$ เมื่อ กำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการประมาณค่าอัตราการรอดของผู้สูงอายุที่อายุ ตั้งแต่ 50 ปีขึ้นไป ทำให้ค่าองศาอิสระ (degree of freedom) เท่ากับ $u-49$

2.3.3 การประมาณค่าอัตราฆณะ

จากหัวข้อ 2.3.2 เราจะได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ D , m และ σ ของตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮมแล้ว จากนั้นสามารถทำการประมาณค่าอัตราฆณะโดยการแทนค่าลงในตัวแบบอัตราฆณะตามสมการ (2.5) ดังนี้

$$q_x = 1 - \frac{1 - \exp\left\{-e^{-\frac{x+1-m}{\sigma}}\right\}}{1 - \exp\left\{-e^{-\frac{x-m}{\sigma}}\right\}} \exp\left\{-e^{-\frac{D}{\sigma}}\right\}$$

2.3.4 การปรับค่าอัตราฆณะของผู้สูงอายุโดยวิธีโคล-กิสเกอร์ (Coale-Kisker method)

เนื่องจากอัตราฆณะกลางปีของผู้สูงอายุ หรือในรายอายุสูงๆ มีแนวโน้มที่ลดลงอย่างมากทั้งในเพศหญิงและเพศชาย ซึ่งไม่เป็นไปตามกฎของอัตราฆณะ จึงจำเป็นต้องปรับค่าอัตราฆณะกลางปีในรายอายุสูงๆ ให้เป็นไปตามทฤษฎีด้วยวิธีโคล-กิสเกอร์ ซึ่งได้คำนวณอัตราฆณะในรายอายุสูงๆ (Coale & Kisker, 1990)

สำหรับ $x \geq 70$ กำหนดให้

$$k(x) = k(70) + (x - 70)R \quad (2.11)$$

เมื่อ

$$k(x) = \ln\left(\frac{m_x}{m_{x-1}}\right) \quad (2.12)$$

เมื่อขยายไปถึงอายุ 110 ปี จะได้ว่า

$$\begin{aligned} k(70) &= k(70) + 0 = \ln\left(\frac{m_{70}}{m_{69}}\right) \\ k(71) &= k(70) + R = \ln\left(\frac{m_{71}}{m_{70}}\right) \\ &\vdots \\ k(110) &= k(70) + 41R = \ln\left(\frac{m_{110}}{m_{109}}\right) \\ k(70) + k(71) + \dots + k(110) &= \ln\left(\frac{m_{70}}{m_{69}}\right) + \ln\left(\frac{m_{71}}{m_{70}}\right) + \dots + \ln\left(\frac{m_{110}}{m_{109}}\right) \\ &= k(70) + [k(70) + R] + \dots + [k(70) + 41R] \\ \text{จะได้} \quad R &= \frac{\log\left(\frac{m_{70}}{m_{110}}\right) + 41k(70)}{820} \quad (2.13) \end{aligned}$$

ดังนั้น สามารถหาค่าอัตราณกรมกลางปีสำหรับ $x = 70, 71, \dots, 110$ ได้จาก

$$m_x = m_{x-1} \exp(k_{70} + (x - 70)R) \quad (2.14)$$

2.3.5 การพยากรณ์อัตราณกรมด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter Model)

เนื่องจากแบบประกันชีวิตที่ศึกษานี้เป็นแบบระยะยาว ทำให้ต้องมีการพยากรณ์อัตราณกรม ในหลายงานวิจัยได้มีการเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์อัตราณกรม และในงานวิจัยส่วนมากพบว่า ตัวแบบลี-คาร์เตอร์เป็นตัวแบบที่พยากรณ์อัตราณกรมได้มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ทั้งในช่วงอายุ ปกติ และในผู้สูงอายุ โดยตัวแบบลี-คาร์เตอร์เป็นตัวแบบที่ใช้พยากรณ์อัตราณกรม ที่นำเอาพื้นฐาน การวิเคราะห์หอนุกรมเวลา โดยกำหนดให้ความเคลื่อนไหวของตัวแบบมีการแจกแจงปกติโดยที่ค่าเฉลี่ย เป็นศูนย์ และความแปรปรวนมีค่าเท่ากัน

$$m_{x,t} = e^{a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t}} \quad (2.15)$$

$$\ln(m_{x,t}) = a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t} \quad (2.16)$$

โดยที่

$m_{x,t}$	คือ	อัตราณกรมกลางปีรายอายุ x ในปี t
a_x	คือ	ค่าเฉลี่ยลอการิทึมของอัตราณกรมกลางปีรายอายุ x
b_x	คือ	อัตราเสื่อมของดัชนีเวลารายอายุ x
k_t	คือ	ดัชนีเวลาของระดับอัตราณกรมกลางปี
$\varepsilon_{x,t}$	คือ	ความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ

$$\text{ภายใต้ข้อกำหนด } \sum_t k_t = 0, \sum_x b_x^2 = 1 \text{ และ } \varepsilon_{x,t} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

จากตัวแบบลี-คาร์เตอร์ข้างต้น พบว่าค่า a_x , b_x และ k_t เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า ดังนั้น จำเป็นต้องประมาณค่าพารามิเตอร์ a_x , b_x และ k_t โดยค่า a_x แสดงลักษณะของค่าเฉลี่ยลอการิทึม ของอัตราณกรมกลางปี ค่า b_x แสดงลักษณะการลดลงอย่างรวดเร็วหรือลดลงอย่างช้าของอัตราการ ตาย เมื่อ k_t เปลี่ยนแปลง และเพื่อให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่แน่นอนและมีเพียงคำตอบเดียวจึงต้อง กำหนดเงื่อนไข 2 เงื่อนไขคือ $\sum_t k_t = 0$, $\sum_x b_x^2 = 1$ ซึ่งเงื่อนไขนี้จะทำให้ค่าพารามิเตอร์ a_x เป็น ค่าเฉลี่ยเฉลี่ยลอการิทึมของอัตราการตายกลางปีรายอายุ x ปี ซึ่งประมาณได้จาก

$$\hat{a}_x = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \ln m_{x,t} \quad (2.17)$$

โดยที่ \hat{a}_x คือ ค่าประมาณของค่าเฉลี่ยลอการิทึมของอัตราการณะกลางปีรายอายุ x
 $m_{x,t}$ คือ อัตราการณะกลางปีรายอายุ x ในปีที่ t
 T คือ จำนวนปีของข้อมูลที่ทำการศึกษา

จากสมการข้างต้นสามารถเขียนตัวแบบใหม่ในรูปของค่าเฉลี่ยลอการิทึมของอัตราการณะกลางปี (Mean centered log-mortality rate) ได้ดังนี้

$$\ln(m_{x,t}) = \hat{a}_x + b_x k_t$$

และสามารถเขียนตัวแบบใหม่ได้ดังนี้

$$z_{x,t} = \ln(m_{x,t}) - \hat{a}_x = b_x k_t \quad (2.18)$$

ค่าพารามิเตอร์ b_x และ k_t สามารถประมาณได้โดยวิธีการแยกด้วยค่าเจาะจง (Singular Value Decomposition : SVD) เป็นการแยกเมทริกซ์ Z ซึ่งเป็นเมทริกซ์ของสมการเชิงเส้นเป็น 3 เมทริกซ์คือ U , W และ V ดังนั้นเมทริกซ์ Z จะมีขนาด $X \times T$ สามารถเขียนในรูปผลการคูณ ได้ดังนี้

$$SVD(z_{x,t}) = UWV^T$$

โดยที่ U คือ เมทริกซ์ตั้งฉากปกติ (Orthonormal Matrix) ที่มาจากเวกเตอร์เจาะจง ZZ'

W คือ บล็อกซ์เมทริกซ์ทแยง (Diagonal Matrix) ที่ w_j เมื่อ $j = 1, 2, \dots, r$

V คือ เมทริกซ์ตั้งฉากปกติ (Orthonormal Matrix) ที่มาจากเวกเตอร์เจาะจงของ $Z'Z$

$$Z = \begin{bmatrix} z_{1,1} & z_{1,2} & z_{1,3} & \cdots & z_{1,T-2} & z_{1,T-1} & z_{1,T} \\ z_{2,1} & z_{2,2} & z_{2,3} & \cdots & z_{2,T-2} & z_{2,T-1} & z_{2,T} \\ z_{3,1} & z_{3,2} & z_{3,3} & \cdots & z_{3,T-2} & z_{3,T-1} & z_{3,T} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ z_{x,1} & z_{x,2} & z_{x,3} & \cdots & z_{x,T-2} & z_{x,T-1} & z_{x,T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \vdots \\ b_x \end{bmatrix}$$

$$\begin{matrix} k_1 & k_2 & k_3 & \cdots & k_{T-2} & k_{T-1} & k_T \end{matrix}$$

ในงานวิจัยนี้ต้องการพยากรณ์อัตราการตายกลางปี โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ a_x และ b_x เป็นค่าคงที่ในทุกปี ดังนั้นพารามิเตอร์ k_t ซึ่งเป็นดัชนีเวลาของระดับอัตราการณะกลางปี จะถูกนำมาวิเคราะห์อนุกรมเวลาเพื่อพยากรณ์ค่าในเวลาถัดไป ในการพยากรณ์พารามิเตอร์ k_t มีผู้เสนอตัวแบบพยากรณ์ไว้มากมาย โดยการเลือกใช้ตัวแบบนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล อาทิเช่น ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้น ตัวแบบ Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) ในงานวิจัยนี้จะใช้ตัวแบบวิธีการถดถอยเชิงเส้นปกติ (Linear Regression Model) โดยมีสมการพยากรณ์ ดังนี้

$$k_t = a + bk_{t-1} \quad (2.19)$$

เมื่อ a และ b เป็นพารามิเตอร์

ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ a และ b ใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (ordinary least square : OLS) และใช้โปรแกรม minitab ในการหาค่าพารามิเตอร์

2.4 เบี้ยประกันภัยของสัญญาประกันชีวิตที่ลี้

ในการคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิต่อครั้งเดียวของสัญญาประกันชีวิตที่ลี้ระยะยาวนั้น จะคำนวณในรูปแบบของยุโรปซ้อนขึ้น

$$\begin{aligned}
 V_t &= S_t E \left[\frac{V_T}{S_T} \right] \\
 &= S_t E \left[\frac{(S_T - g(T))^+ + g(T)}{S_T} 1_{\{\varepsilon_x > T\}} \right] \\
 &= S_t P(\varepsilon_x > T) E \left[\frac{(S_T - g(T))^+ + g(T)}{S_T} \right] \\
 &= S_t P(\varepsilon_x > T) \left\{ E \left[\left(1 - \frac{g(T)}{S_T} \right)^+ \right] + g(T) E \left[\frac{1}{S_T} \right] \right\} \\
 &= {}_t P_x \left\{ S_t E \left[\left(1 - \frac{g(T)}{S_T} \right)^+ \right] + g(T) S_t E \left[\frac{1}{S_T} \right] \right\} \\
 &= {}_t P_x \left\{ C_t + g(T) S_t E \left[\frac{1}{S_T} \right] \right\} \\
 &= {}_t P_x \left\{ C_t + g(T) P(t, \bar{T}) \right\} \tag{2.20}
 \end{aligned}$$

โดยที่ V_t คือ มูลค่าของกรมธรรม์ ณ เวลาที่ t
 S_t คือ ดัชนีราคาหุ้น ณ เวลาที่ t
 $g(\bar{T})$ คือ เงินเอาประกันภัยขั้นต่ำ
 C_t คือ มูลค่าของคอลลอปชั่น (Call price)
 ε_t คือ เวลาที่เสียชีวิตของผู้ถือกรมธรรม์อายุ x ปี

2.4.1 การประมาณมูลค่าคอลลอปชั่น

ในการประมาณมูลค่าคอลลอปชั่นได้มีผู้เสนอตัวแบบไว้มากมาย ยกตัวอย่างเช่น ตัวแบบแบล็ค-โชลส์ (Black-Scholes model) ตัวแบบ Wilmott ตัวแบบ Duan เป็นต้น จากงานวิจัยของจิรพัฒน์ อมรสิริภาณุวัฒน์ ได้เปรียบเทียบตัวแบบในการประมาณค่าของคอลลอปชั่น พบว่าตัวแบบแบล็ค-โชลส์ให้ค่าไม่แตกต่างจากตัวแบบอื่นมากนัก อีกทั้งยังสะดวกต่อการใช้งาน จึงสรุปว่าตัวแบบแบล็ค-โชลส์ เหมาะสมที่จะใช้ประมาณค่าคอลลอปชั่นของประเทศไทย (จิรพัฒน์ อมรสิริภาณุวัฒน์, 2560) โดยตัวแบบมีสมการดังนี้

$$C_t = S_t N(d_1) - g(\bar{T}) e^{-rT} N(d_2) \quad (2.21)$$

$$d_1 = \frac{\left(\log\left(\frac{S_t}{g(\bar{T})}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T \right)}{\sigma\sqrt{T}}$$

ซึ่ง

$$d_2 = d_1 - (\sigma\sqrt{T})$$

โดยที่

$N(k)$ คือ ความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative Probability) ของการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน ณ ระดับ k

σ คือ ความผันผวนของอัตราดอกเบี้ยของหลักทรัพย์อ้างอิง

r คือ อัตราดอกเบี้ยที่ปราศจากความเสี่ยง

แบบจำลองแบล็ค-โชลส์อยู่ภายใต้สมมติที่ว่า การเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์เป็นแบบ Geometric Brownian motion และอัตราผลตอบแทนมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) เนื่องจากการแจกแจงแบบปกติทำให้ค่าความแปรปรวน (implied volatility) เข้ามีบทบาทที่สำคัญในการประมาณค่า ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้แบบจำลองความแปรปรวนจากอดีต (Historical model) ในการประมาณค่าความแปรปรวน โดยมีสมการดังนี้

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (r_t - \bar{r})^2}{n-1}} \quad (2.22)$$

ซึ่ง

$$r_t = \frac{S_{t+1} - S_t}{S_t} \quad \text{และ} \quad \bar{r} = \frac{\sum_{t=1}^n r_t}{n}$$

2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature review)

การประกันชีวิตแบบ Equity-Linked เริ่มมีความนิยมตั้งแต่ปี ค.ศ.1990 ในประเทศอังกฤษ และแพร่หลายต่อมาในประเทศออสเตรเลีย และอเมริกาใต้ (Hardy, 2003) จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการประกันชีวิตแบบ Equity-Linked พบว่า ในปีค.ศ.1976 Brennan และ Schwartz ได้เสนอการคำนวณเบี้ยประกันภัยแบบจ่ายครั้งเดียว (Single Premium) ของการประกันชีวิตแบบ Equity-Linked โดยใช้ตัวแบบของ Black และ Scholes ในการประมาณมูลค่าอปชั่นของหุ้น (Brennan & Schwartz, 1976) ต่อมาในปี ค.ศ.1994 Bacinello และ Ortu ได้นำตัวแบบ Vasicek มาใช้ในการคำนวณอัตราดอกเบี้ย และตัวแบบ lognormal ในการประมาณมูลค่าของราคาหุ้น (Unit price) โดยตัวแบบ Vasicek มีลักษณะคือ สมการมีรูปแบบแน่นอนชัดเจน และง่ายต่อการสร้างตัวแบบเมื่ออัตราดอกเบี้ยที่มีความน่าจะเป็นที่จะติดลบ (Bacinello & Ortu, 1994) หลังจากนั้น ในปี ค.ศ.2016 Chan และ Platen ได้เสนอตัวแบบในการคำนวณเงินผลประโยชน์ที่จ่ายจากกรมธรรม์ประกันชีวิตแบบ Equity-Linked ระยะยาว โดยการจ่ายเงินผลประโยชน์จะจ่ายในลักษณะ

ออปชั่นของดัชนีราคาหุ้น (Equity Index) ร่วมกับเงินรับประกันภัยขั้นต่ำเมื่อครบกำหนดสัญญา ซึ่งงานวิจัยนี้ได้นำตัวแบบโครงสร้างอัตราดอกเบี้ย Quadratic และความเสี่ยงจากการผันผวนของตราสารหนี้ (market price of risk) มาประมาณราคาของ zero coupon bond และนำตัวแบบ Gompertz มาใช้ในการหาอัตราดอกเบี้ย (Chan & Platen, 2016)

ในปี พ.ศ. 2549 สุภัทร มงคลเกียรติชัย ได้เปรียบเทียบตัวแบบจำลองของ Vasicek และ CIR กับอัตราดอกเบี้ยระยะสั้นของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลอัตราดอกเบี้ยของพันธบัตรที่กำหนดอัตราดอกเบี้ยเป็นศูนย์ (Zero coupon bond) ที่มีอายุคงเหลือตั้งแต่ 1 เดือนจนถึง 17 ปี นำมาหาค่าอัตราดอกเบี้ยโดยพลันของทั้ง 2 ตัวแบบ พบว่าอัตราดอกเบี้ยโดยพลันของทั้ง 2 ตัวแบบมีค่าความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอัตราดอกเบี้ยรับซื้อคืนพันธบัตรรัฐบาลอายุ 1 วัน ซึ่งเป็นตัวแทนของอัตราดอกเบี้ยระยะสั้นของประเทศไทย แต่ตัวแบบจำลองของ CIR สามารถใช้อธิบายพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราดอกเบี้ยระยะสั้นของประเทศไทยได้ดีกว่าตัวแบบจำลองของ Vasicek (สุภัทร มงคลเกียรติชัย, 2549) ในส่วนของการประมาณค่าราคาออปชั่นแบบยุโรปเขียน จิรพัฒน์ อมรสิริ ภาณุวัฒน์ได้เปรียบเทียบการประมาณค่าราคาออปชั่นในประเทศไทยโดยใช้ตัวแบบจำลอง Wilmott ซึ่งเป็นตัวแบบที่พัฒนาจากแบบจำลอง Black and Scholes พบว่าแบบจำลอง Wilmott มีประสิทธิภาพในการประมาณค่าไม่แตกต่างจากตัวแบบ Black and Scholes จึงสรุปได้ว่าควรใช้แบบจำลองของตัวแบบ Black and Scholes ต่อไป และเนื่องจากแบบจำลอง Black and Scholes อยู่ภายใต้สมมติฐานที่ว่าอัตราผลตอบแทนมีการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) จึงมีพารามิเตอร์ที่สำคัญคือ ค่าความแปรปรวน (implied volatility) ถ้าค่าความแปรปรวนมีค่ามากจะส่งผลให้ค่าของคอลออปชั่นมีค่ามาก และถ้าค่าความแปรปรวนมีค่าน้อยจะส่งผลให้ค่าของคอลออปชั่นมีค่าน้อยเช่นกัน ในงานวิจัยของเรวัตร์ มโนวัฒน์กุล และธนโชติ บุญวรโชติได้เปรียบเทียบแบบจำลองที่เหมาะสมในการประมาณค่าออปชั่นระหว่างแบบจำลอง Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (GARCH) และแบบจำลองข้อมูลอดีต (historical model) ซึ่งแบบจำลอง GARCH เหมาะกับการพยากรณ์ความผันผวนของหลักทรัพย์อ้างอิงและออปชั่นที่มีสภาพคล่องสูง แต่ตลาดอนุพันธ์ในประเทศไทยยังมีสภาพคล่องที่ค่อนข้างต่ำอยู่ จากงานวิจัยพบว่า การประมาณค่าราคาคอลออปชั่นโดยใช้แบบจำลองข้อมูลอดีต (historical model) สามารถประมาณมูลค่าของคอลออปชั่นได้ใกล้เคียงราคาตลาดจริงของคอลออปชั่นมากที่สุด โดยให้ค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) เท่ากับ 0.0041 (เรวัตร์ มโนวัฒน์กุล & ธนโชติ บุญวรโชติ, 2558)

อัตราดอกเบี้ยสำหรับผู้สูงอายุที่คำนวณได้จากตารางบำนาญไทย พ.ศ. 2552 อาจจะมีค่าคลาดเคลื่อนไปจากอัตราดอกเบี้ยในปัจจุบัน สืบเนื่องจากโครงสร้างประชากรที่เปลี่ยนไป ทำให้การนำอัตราดอกเบี้ยจากตารางบำนาญไทย พ.ศ. 2552 มาใช้ในการคำนวณเบี้ยประกันภัยอาจจะเกิดผลลัพธ์ที่

คลาดเคลื่อนได้ ในปีพ.ศ. 2553 สยมภู สายชลพิทักษ์ ได้เปรียบเทียบตัวแบบการประมาณค่าอัตรา
 มรณะของผู้สูงอายุในประเทศไทยโดยใช้ตัวแบบคานนิสโต (Kannisto Model) ตัวแบบเมคแฮม
 (Makeham Model) ตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม (Inverse-Makeham Model) และทฤษฎีค่าสุดขีด
 (Extreme-Value Theory) โดยนำค่าประมาณอัตราที่ได้จากแต่ละตัวแบบมาเปรียบเทียบกับ
 ค่าอัตราจากตารางมรณะไทย 2540 ประเภทสามัญ และตารางบำนาญไทย พ.ศ.2552 พบว่า
 ตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮมให้ค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute
 Percentage Error : MAPE) ต่ำที่สุด (สยมภู สายชลพิทักษ์, 2553) ดังนั้นตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม
 จึงเป็นตัวแบบที่น่าจะเหมาะสมในการประมาณค่าอัตราของสูงอายุไทย สำหรับงานวิจัยนี้ที่
 ศึกษาแบบประกันชีวิตที่เป็นแบบระยะยาว จำเป็นต้องมีการพยากรณ์อัตราสำหรับสูงอายุ จึง
 ต้องเลือกใช้ตัวแบบการพยากรณ์อัตราสำหรับสูงอายุโดยมีงานวิจัยดังนี้ คือ ในปี ค.ศ.2002
 Buettner ได้ใช้ตัวแบบ Heligman-Pollard-Condran (HPC) ในการประมาณค่าอัตราและใช้
 ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter model) ในการพยากรณ์อัตรา โดยใช้ข้อมูลประชากร
 ประเทศอังกฤษ (Buettner, 2002) ต่อมาในปีค.ศ.2016 Terblanche ได้เปรียบเทียบวิธีการ
 พยากรณ์อัตราของสูงอายุในประเทศออสเตรเลียโดยวิธีเรขาคณิต (Geometric method) วิธี
 Ediev variant วิธีลี-คาร์เตอร์ วิธี Booth-Maindonald-Smith variant และโมเดลเชิงสัมพันธ์
 (relational model) พบว่าวิธีเรขาคณิต วิธี Ediev variant และวิธีลี-คาร์เตอร์ ให้ค่าร้อยละค่า
 สัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยน้่าหนัก (Weighted mean absolute percentage errors
 : WMAPE) ที่ใกล้เคียงกัน และมีค่าต่ำที่สุด (Terblanche, 2016) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้วิธีลี-
 คาร์เตอร์ในการพยากรณ์อัตราสำหรับสูงอายุไทย

บทที่ 3 วิธีการดำเนินวิจัย

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

- ก. ข้อมูลสำหรับการประมาณค่าอัตราการณะและการพยากรณ์อัตราการณะไทยใช้ข้อมูลจำนวนประชากรปลายปี และจำนวนประชากรที่ตายระหว่างปี พ.ศ.2545 – 2559 แยกตามอายุรายปี และเพศ จากกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย และจากสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข ตามลำดับ
- ข. ข้อมูลที่ใช้ในการประมาณอัตราดอกเบี้ยใช้ข้อมูลพันธบัตรรัฐบาลไทยรายวันระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2541 – วันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2559 จากสมาคมตราสารหนี้ไทย (The Thai Bond Market Association : ThaiBMA)
- ค. ข้อมูลสำหรับการประมาณค่าคอลลออปชั่นใช้ข้อมูลราคาปิดของหุ้น set 50 รายวัน จากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ตั้งแต่ มกราคม พ.ศ.2541 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2559

3.2 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล

การเตรียมข้อมูลเพื่อพยากรณ์อัตราการณะของผู้สูงอายุไทย ดำเนินการดังนี้

- ก. การปรับข้อมูลการตายที่ไม่ทราบอายุ

$$\text{น้ำหนักแต่ละรายอายุ} = \frac{\text{จำนวนการตายในรายอายุนั้น}}{\text{จำนวนการตายรวมทุกอายุ}}$$

จำนวนการตายที่ปรับใหม่ = จำนวนการตายเดิม + (น้ำหนัก × จำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุ)

- ข. การปรับข้อมูลประชากรกลางปี

$$L_{x,t} = \frac{l_{x,t-1} + l_{x,t}}{2}$$

โดยที่ $L_{x,t}$ คือ จำนวนประชากรกลางปีของประชากรอายุ x ปี ในปี t
 $l_{x,t}$ คือ จำนวนประชากรอายุ x ปี ในปี t

- ค. การหาอัตราตายกลางปี และอัตราการณะ

$$m_{x,t} = \frac{D_{x,t}}{L_{x,t}}$$

โดยที่	$m_{x,t}$	คือ	อัตราตายกลางปีของประชากรอายุ x ปี ในปี t
	$D_{x,t}$	คือ	จำนวนคนตายของประชากรอายุ x ปี ในปี t
	$L_{x,t}$	คือ	จำนวนประชากรกลางปีของประชากรอายุ x ปี ในปี t
	$q_{x,t}$	คือ	อัตราการมรณะของคนอายุ x ปี ในปี t

จากสมมติฐานการตายในแต่ละช่วงอายุมีการกระจายตัวแบบสม่ำเสมอตลอดช่วงระยะเวลา (Uniform Distribution of Death : UDD) จะสามารถหาอัตราการมรณะได้ดังนี้

$$q_{x,t} = \frac{m_{x,t}}{1 + 0.5m_{x,t}}$$

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้ว จำนวนประชากรกลางปี อัตราตายกลางปี และอัตราการมรณะของประชากรไทยเพศชาย ปีพ.ศ.2558 จำแนกตามรายอายุ ในส่วนของข้อมูลในปีอื่นๆ แสดงไว้ในภาคผนวก ก

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้ว จำนวนประชากรกลางปี อัตราตายกลางปี และอัตราการมรณะ ของประชากรไทยเพศชาย ปี พ.ศ.2558

อายุ	จำนวนการตายที่ปรับ (คน)	จำนวนประชากรกลางปี (คน)	อัตราตาย กลางปี	อัตรา มรณะ
ต่ำกว่า 1 ปี	2397	343374	0.006981	0.006957
1	334	373288	0.000895	0.000894
2	241	392985	0.000613	0.000613
3	191	403659	0.000473	0.000473
4	175	393267	0.000445	0.000445
5	152	392433	0.000387	0.000387
6	155	399699	0.000388	0.000388
7	150	405366	0.000370	0.000370
8	124	408179	0.000304	0.000304
9	116	408874	0.000284	0.000284
10	150	413599	0.000363	0.000363

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้ว จำนวนประชากรกลางปี อัตราตายกลางปี และ
อัตราฆณะ ของประชากรไทยเพศชาย ปี พ.ศ.2558

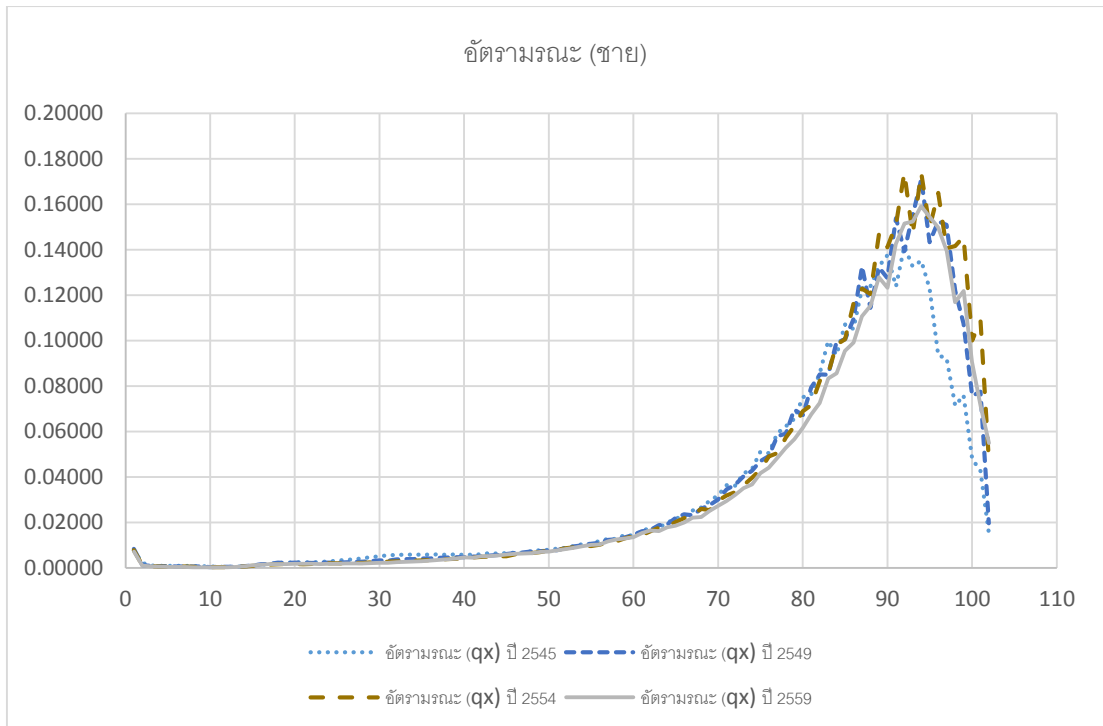
อายุ	จำนวนการตายที่ปรับ (คน)	จำนวนประชากรกลางปี (คน)	อัตราตาย กลางปี	อัตรา ฆณะ
11	121	410568	0.000295	0.000295
12	205	405892	0.000505	0.000505
13	259	407594	0.000635	0.000635
14	352	419167	0.000840	0.000839
15	502	430047	0.001167	0.001167
16	643	444247	0.001447	0.001446
17	819	477356	0.001716	0.001714
18	863	501472	0.001721	0.001720
19	866	503127	0.001721	0.001720
20	904	491990	0.001837	0.001836
21	779	475317	0.001639	0.001638
22	864	485567	0.001779	0.001778
23	925	485956	0.001904	0.001902
24	875	482614	0.001813	0.001811
25	876	469968	0.001864	0.001862
26	892	455727	0.001957	0.001955
27	909	449018	0.002024	0.002022
28	956	455052	0.002101	0.002099
29	1061	471655	0.002250	0.002247
30	1123	481558	0.002332	0.002329
31	1168	488101	0.002393	0.002390
32	1336	502151	0.002661	0.002657
33	1365	511037	0.002671	0.002668
34	1530	516828	0.002960	0.002956
35	1655	522450	0.003168	0.003163

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้ว จำนวนประชากรกลางปี อัตราตายกลางปี และ
อัตราฆณะ ของประชากรไทยเพศชาย ปี พ.ศ.2558

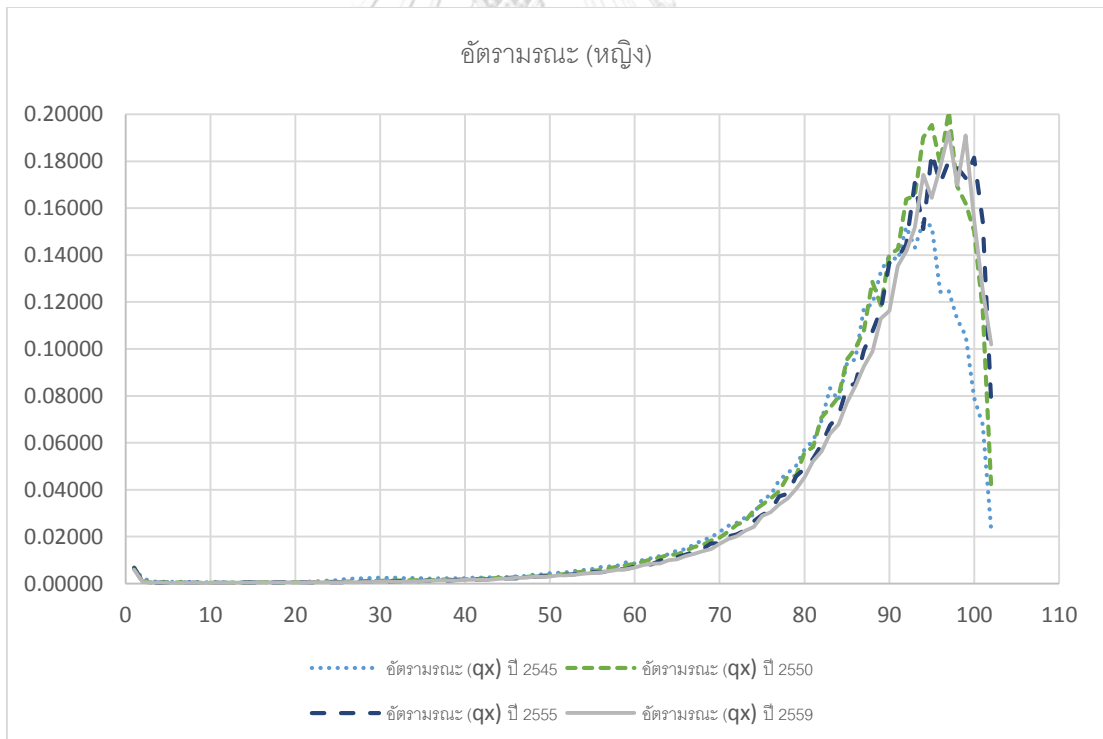
อายุ	จำนวนการตายที่ปรับ (คน)	จำนวนประชากรกลางปี (คน)	อัตราตาย กลางปี	อัตรา ฆณะ
36	1734	513393	0.003378	0.003372
37	2045	516706	0.003958	0.003950
38	2248	524899	0.004283	0.004274
67	4610	200990	0.022937	0.022677
68	4761	182440	0.026097	0.025761
69	4390	163905	0.026785	0.026431
70	4328	151354	0.028596	0.028193
71	4665	142861	0.032655	0.032130
72	4542	133858	0.033932	0.033366
73	5020	129418	0.038790	0.038052
74	4821	120221	0.040102	0.039314
75	5020	112942	0.044449	0.043483
76	5388	110622	0.048708	0.047550
77	5262	101781	0.051701	0.050398
78	5296	91989	0.057574	0.055963
79	5263	83621	0.062941	0.061021
80	5047	75565	0.066792	0.064634
81	5207	68623	0.075880	0.073107
82	5090	62058	0.082023	0.078792
83	4716	53514	0.088130	0.084410
84	4366	45395	0.096182	0.091768
85	4113	39129	0.105118	0.099869
86	3804	33750	0.112716	0.106702
87	3649	28765	0.126861	0.119294
88	2865	23133	0.123852	0.116630

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้ว จำนวนประชากรกลางปี อัตราตายกลางปี และ อัตราภาระ ของประชากรไทยเพศชาย ปี พ.ศ.2558

อายุ	จำนวนการตายที่ปรับ (คน)	จำนวนประชากรกลางปี (คน)	อัตราตายกลางปี	อัตราภาระ
89	2595	18428	0.140822	0.131559
90	2018	14551	0.138688	0.129695
91	1701	11438	0.148725	0.138431
92	1546	9358	0.165211	0.152605
93	1165	7515	0.155028	0.143875
94	986	6156	0.160186	0.148308
95	745	4749	0.156879	0.145469
96	431	3502	0.123094	0.115957
97	429	3033	0.141471	0.132125
98	267	2722	0.098092	0.093506
99	208	2339	0.088929	0.085143
100	121	1897	0.063804	0.061831
มากกว่า 100	307	8969	0.034230	0.033654



แผนภาพที่ 3.1 แสดงอัตราฆ�รณะของเพศชาย ตั้งแต่ พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ. 2559



แผนภาพที่ 3.2 แสดงอัตราฆ�รณะของเพศหญิง ตั้งแต่ พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ. 2559

จากแผนภาพที่ 3.1 และ 3.2 แสดงค่าอัตราฆ�รณะของเพศชายและเพศหญิง ปีพ.ศ. 2545 พ.ศ. 2549 พ.ศ.2554 และพ.ศ. 2559 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าอัตราฆ�รณะมีค่าสูงชันเรื่อยๆ จนกระทั่ง

ช่วงอายุประมาณ 90 ปี อัตราธรรมะมีค่าปรับลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งไม่เป็นไปตามกฎของอัตราธรรมะที่จะมีค่าเข้าสู่ 1 เมื่ออายุมากขึ้น

3.3 การประมาณค่าอัตราธรรมะที่ได้จากตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม

เนื่องจากกลุ่มเป้าหมายของแบบประกันชีวิตที่ศึกษานั้นเป็นกลุ่มผู้สูงอายุ และตารางมรณะที่ประกาศใช้นั้นจะมีระยะเวลานานในการปรับปรุง ซึ่งอาจไม่เหมาะสมกับเหตุการณ์ในปัจจุบันและในอนาคตที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จึงต้องประมาณค่าอัตราธรรมะในช่วงอายุของผู้สูงอายุ โดยตัวแบบประมาณค่าอัตราธรรมะมีหลายตัวแบบ จากงานวิจัยของস্যุมภู สายชลพิทักษ์ เมื่อปีพ.ศ. 2553 พบว่าตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการประมาณค่าอัตราธรรมะของประชากรผู้สูงอายุมากที่สุดคือตัวแบบ อินเวอร์สเมคแฮม (Inverse-Makeham Model) (স্যุมภู สายชลพิทักษ์, 2553) งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม มาใช้ในการประมาณค่าอัตราธรรมะของผู้สูงอายุไทย

3.3.1 การคำนวณอัตราธรรมะโดยเฉลี่ย

ในการหาค่าประมาณอัตราธรรมะของผู้สูงอายุนั้น ต้องทำการปรับข้อมูลให้เรียบโดยการหาค่าเฉลี่ยครั้งละ 3 ปีของอัตราธรรมะประชากรไทย ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 หาจำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ยของคนอายุ 50 ปี ในปีพ.ศ. 2545-2547 ($\bar{L}_{50,2546}$)

$$\bar{L}_{50,2546} = \frac{L_{50,2545} + L_{50,2546} + L_{50,2547}}{3}$$

ขั้นตอนที่ 2 หาจำนวนคนตายเฉลี่ยของประชากรอายุ 50 ปี ในปีพ.ศ. 2545-2547 ($\bar{D}_{50,2546}$)

$$\bar{D}_{50,2546} = \frac{D_{50,2545} + D_{50,2546} + D_{50,2547}}{3}$$

ขั้นตอนที่ 3 หาอัตราตายกลางปีเฉลี่ยของประชากรอายุ 50 ปี ในปีพ.ศ. 2545-2547 ($\bar{m}_{50,2546}$)

$$\bar{m}_{50,2546} = \frac{m_{50,2545} + m_{50,2546} + m_{50,2547}}{3}$$

ขั้นตอนที่ 4 หาอัตราธรรมะเฉลี่ยของประชากรอายุ 50 ปี ในปีพ.ศ. 2545-2547 ($\bar{q}_{50,2546}$)

$$\bar{q}_{50,2546} = \frac{\bar{m}_{50,2546}}{1 + 0.5\bar{m}_{50,2546}}$$

ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลจำนวนการตายเฉลี่ย จำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ย อัตราตายกลางปีเฉลี่ย และอัตราธรรมะเฉลี่ย ของประชากรไทยเพศชายจากปีพ.ศ.2545 ถึง พ.ศ. 2547 จำแนกตามรายอายุ สำหรับในช่วงปีอื่นก็ทำเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลจำนวนการตายเฉลี่ย จำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ย อัตราตายกลางปีเฉลี่ย และ อัตราฆาตกรรม เฉลี่ยของประชากรไทยเพศชาย ช่วงปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2547

อายุ	จำนวนการตาย เฉลี่ย (คน)	จำนวนประชากรกลางปี เฉลี่ย (คน)	อัตราตายกลาง ปีเฉลี่ย	อัตราฆาตกรรม เฉลี่ย
ต่ำกว่า 1 ปี	3059	370674	0.008246	0.008212
1	781	403478	0.001933	0.001932
2	451	413616	0.001088	0.001088
3	358	427118	0.000837	0.000837
4	396	447955	0.000881	0.000881
5	398	472153	0.000841	0.000840
6	403	492455	0.000818	0.000818
7	354	498603	0.000711	0.000711
8	327	494897	0.000662	0.000662
9	286	491526	0.000581	0.000581
10	244	492318	0.000497	0.000496
11	229	493415	0.000465	0.000465
12	252	488942	0.000516	0.000516
13	336	478420	0.000702	0.000702
14	489	467504	0.001047	0.001046
15	684	462870	0.001477	0.001476
16	894	469511	0.001906	0.001904
17	1117	481826	0.002322	0.002319
18	1235	494332	0.002500	0.002497

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนการตายเฉลี่ย จำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ย อัตราตายกลางปีเฉลี่ย และอัตราการณะเฉลี่ยของประชากรไทยเพศชาย ช่วงปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2547

อายุ	จำนวนการตายเฉลี่ย (คน)	จำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ย (คน)	อัตราตายกลางปีเฉลี่ย	อัตราการณะเฉลี่ย
19	1345	506160	0.002662	0.002658
20	1377	516441	0.002669	0.002665
21	1387	520601	0.002664	0.002661
22	1419	534365	0.002655	0.002652
23	1581	535219	0.002953	0.002949
24	1692	538237	0.003143	0.003138
25	1830	542546	0.003370	0.003364
26	1916	545863	0.003507	0.003501
27	2146	547535	0.003920	0.003912
28	2327	544233	0.004273	0.004264
29	2522	545550	0.004619	0.004608
30	2785	551496	0.005041	0.005028
31	2865	555933	0.005146	0.005132
32	2951	556228	0.005307	0.005293
33	2982	554141	0.005379	0.005365
34	2966	551688	0.005372	0.005357
35	3013	546173	0.005518	0.005503
36	2930	539333	0.005438	0.005423
37	2920	532944	0.005478	0.005463
38	2978	527884	0.005642	0.005626
39	2820	516626	0.005463	0.005448
40	2810	500309	0.005621	0.005605
41	2839	484316	0.005864	0.005846

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนการตายเฉลี่ย จำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ย อัตราตายกลางปีเฉลี่ย และอัตราการณะเฉลี่ยของประชากรไทยเพศชาย ช่วงปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2547

อายุ	จำนวนการตายเฉลี่ย (คน)	จำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ย (คน)	อัตราตายกลางปีเฉลี่ย	อัตราการณะเฉลี่ย
42	2907	472849	0.006151	0.006132
43	2864	456088	0.006281	0.006262
44	2861	435864	0.006565	0.006543
45	2845	418116	0.006804	0.006781
46	2775	405521	0.006843	0.006819
47	2776	390741	0.007113	0.007088
48	2825	369445	0.007657	0.007628
49	2842	347339	0.008175	0.008142
50	2835	328773	0.008622	0.008585
51	2875	315220	0.009110	0.009069
52	2897	300542	0.009636	0.009589
53	2969	283903	0.010461	0.010406
54	2898	265459	0.010911	0.010852
55	2913	244813	0.011893	0.011822
56	2795	224596	0.012453	0.012376
57	2762	209341	0.013187	0.013101
58	2767	196607	0.014081	0.013982
59	2879	190153	0.015138	0.015024
60	3028	186185	0.016261	0.016130
61	3113	179503	0.017346	0.017197
62	3248	175573	0.018488	0.018319
63	3407	170004	0.020038	0.019839
64	3583	165981	0.021593	0.021362

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนการตายเฉลี่ย จำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ย อัตราตายกลางปีเฉลี่ย และอัตราการณะเฉลี่ยของประชากรไทยเพศชาย ช่วงปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2547

อายุ	จำนวนการตายเฉลี่ย (คน)	จำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ย (คน)	อัตราตายกลางปีเฉลี่ย	อัตราการณะเฉลี่ย
65	3714	159502	0.023277	0.023009
66	3859	150386	0.025658	0.025333
67	3875	141546	0.027366	0.026996
68	3891	134197	0.029000	0.028585
69	4028	126610	0.031820	0.031322
70	4176	118268	0.035355	0.034740
71	4064	108105	0.037589	0.036895
72	4129	98541	0.041894	0.041034
73	4064	90537	0.044901	0.043914
74	4137	83476	0.049621	0.048417
75	4041	74909	0.053898	0.052482
76	3988	66658	0.059773	0.058036
77	3633	57429	0.063338	0.061392
78	3618	50587	0.071396	0.068932
79	3337	44329	0.075321	0.072585
80	3222	39694	0.081162	0.077993
81	3192	35219	0.090556	0.086630
82	2922	29641	0.098939	0.094268
83	2568	24862	0.103309	0.098224
84	2359	21157	0.111305	0.105406
85	2178	18992	0.114688	0.108463
86	2162	16881	0.128197	0.120472
87	1916	14012	0.136703	0.127942

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนการตายเฉลี่ย จำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ย อัตราตายกลางปีเฉลี่ย และอัตราการณะเฉลี่ยของประชากรไทยเพศชาย ช่วงปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2547

อายุ	จำนวนการตายเฉลี่ย (คน)	จำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ย (คน)	อัตราตายกลางปีเฉลี่ย	อัตราการณะเฉลี่ย
88	1627	11513	0.141144	0.131826
89	1396	9282	0.150335	0.139823
90	1166	7750	0.150482	0.139882
91	999	6348	0.158190	0.146535
92	819	5331	0.153484	0.142510
93	684	4432	0.154709	0.143579
94	528	3662	0.144866	0.135022
95	392	3163	0.125835	0.118186
96	306	2780	0.112046	0.105944
97	214	2442	0.088350	0.084564
98	161	2107	0.077134	0.074194
99	108	1814	0.060782	0.058916
100	85	1660	0.052759	0.051338
มากกว่า 100	236	13865	0.017351	0.017199

3.3.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์

ตัวแบบอินเวอร์สแมคแฮม (Inverse-Makeham Model) มีรูปแบบดังนี้

$$q_x = 1 - \frac{1 - \exp\left\{-e^{-\frac{x+1-m}{\sigma}}\right\}}{1 - \exp\left\{-e^{-\frac{x-m}{\sigma}}\right\}} \exp\left\{-e^{-\frac{D}{\sigma}}\right\}$$

การประมาณค่าอัตราฆณะด้วยตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม (Inverse-Makeham Model)

ต้องประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบก่อน โดยฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น คือ

$$L(\theta) = \prod_{x=60}^u \{q_x(\theta)^{d_x(\theta)} p_x(\theta)^{l_x(\theta)-d_x(\theta)}\}$$

โดยที่ $q_x(\theta)$ คือ อัตราฆณะของคนอายุ x ปี ถึง $x+1$ ปี

$p_x(\theta)$ คือ อัตรารอดชีพของคนอายุ x ปี ถึง $x+1$ ปี

$d_x(\theta)$ คือ จำนวนคนตายในช่วงอายุ x ปี ถึง $x+1$ ปี

$l_x(\theta)$ คือ จำนวนปีที่คาดหมายทั้งหมดที่คนจะมีชีวิตอยู่ระหว่างอายุ x ปี ถึง $x+1$ ปี ของกลุ่มคนทั้งหมด

เมื่อ take log ทั้งสองข้างจะได้ฟังก์ชัน ดังนี้

$$l(\theta) = \sum_{x=60}^u \{d_x(\theta) \times \log(q_x(\theta)) + (l_x(\theta) - d_x(\theta)) \times \log(p_x(\theta))\}$$

โดยค่าพารามิเตอร์ที่น่าไปใช้ คือค่าพารามิเตอร์ที่ทำให้ $l(\theta)$ มีค่ามากที่สุด โดยใช้โปรแกรม R ในการคำนวณ จากนั้นนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้ไปแทนในสมการของอัตราฆณะ q_x ของตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม ดังนี้

$$q_x = \frac{1 - \exp\left\{-e^{-\frac{x+1-m}{\sigma}}\right\}}{1 - \exp\left\{-e^{-\frac{x-m}{\sigma}}\right\}} \exp\left\{-e^{-\frac{D}{\sigma}}\right\}$$

$$p_x = \frac{1 - \exp\left\{-e^{-\frac{x+1-m}{\sigma}}\right\}}{1 - \exp\left\{-e^{-\frac{x-m}{\sigma}}\right\}} \exp\left\{-e^{-\frac{D}{\sigma}}\right\}$$

เมื่อ D, m, σ เป็นพารามิเตอร์

จากนั้นตรวจสอบความสมนัยของตัวแบบกับข้อมูลด้วยค่าไคร้สแควร์จากสมการ

$$\chi^2 = \sum_{x=50}^u \left\{ \frac{(d_{x(\text{ข้อมูล})} - d_{x(\text{ตัวแบบ})})^2}{d_{x(\text{ตัวแบบ})}} \right\}$$

โดยเลือกพารามิเตอร์จากค่า u ที่มากที่สุด ที่ทำให้ค่าของ $\chi^2_{\text{คำนวณ}} < \chi^2_{u-49,0.95}$ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการประมาณค่าอัตราการณะของผู้สูงอายุที่อายุตั้งแต่ 50 ปีขึ้นไป ทำให้ค่าองศาอิสระ (degree of freedom) เท่ากับ $u-49$ โดยใช้โปรแกรม R ในการคำนวณหาค่า u และพารามิเตอร์ ดังแสดงผลตามตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ค่าประมาณพารามิเตอร์ ค่าไคร้สแควร์และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ ของตัวแบบอินเวอร์สสมคสม เพศชาย ในปี พ.ศ.2546 ถึง พ.ศ.2558

ปี พ.ศ.	u	D	m	σ	$\chi^2_{\text{คำนวณ}}$	$\chi^2_{u-50,0.95}$	MAPE
2546	77	-19.877362	74.828744	-9.157261	27.81039	40.113	0.0147
2547	77	-19.780663	74.84282	-9.127672	26.50359	40.113	0.0158
2548	76	-20.278942	74.688856	-9.278733	37.1461	38.885	0.0181
2549	75	-20.92562	74.515913	-9.476952	28.28943	37.652	0.0197
2550	74	-21.796408	74.434219	-9.729029	21.31386	36.415	0.0210
2551	79	-19.46165	75.241426	-9.011907	37.68631	42.557	0.0235
2552	79	-19.177739	75.512551	-8.924889	34.01794	42.557	0.0213
2553	79	-19.195106	75.761322	-8.933634	27.63119	42.557	0.0186
2554	80	-18.793362	76.15736	-8.812664	38.11801	43.773	0.0177
2555	78	-19.463083	76.350869	-9.025784	38.2601	41.337	0.0213
2556	77	-20.4375	76.1593	-9.3308	38.2666	40.113	0.0186
2557	70	-26.08146	75.70181	-11.02954	31.29226	31.410	0.0154
2558	70	-28.41772	75.0721	-11.70183	27.35168	31.410	0.0163

3.3.3 การประมาณค่าอัตราณณะจากตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม

จากหัวข้อ 3.3.1 เราจะได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ D, m และ σ ของตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮมในแต่ละปี ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2546 ถึง พ.ศ. 2558 จากนั้นสามารถทำการประมาณค่าอัตราณณะโดยการแทนค่าพารามิเตอร์ลงในตัวแบบอัตราณณะของตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม ตั้งแต่รายอายุ 50 ปีขึ้นไปจนถึงอายุ x ปี โดยจะยกตัวอย่างการประมาณค่าอัตราณณะเพศชายของปีพ.ศ. 2558 โดยค่าประมาณที่ได้จากตาราง 3.3 คือ $D = -28.41772$, $m = 75.0721$ และ $\sigma = -11.70183$ นำค่าพารามิเตอร์ที่ได้ไปแทนค่าในสมการดังนี้

$$q_x = 1 - \frac{1 - \exp\left\{-e^{-\frac{x+1-m}{\sigma}}\right\}}{1 - \exp\left\{-e^{-\frac{x-m}{\sigma}}\right\}} \exp\left\{-e^{-\frac{D}{\sigma}}\right\}$$

$$q_{50} = 1 - \frac{1 - \exp\left\{-e^{-\frac{50+1-75.0721}{-11.70183}}\right\}}{1 - \exp\left\{-e^{-\frac{50-75.0721}{-11.70183}}\right\}} \exp\left\{-e^{-\frac{-28.41772}{-11.70183}}\right\}$$

$$q_{50} = 0.007810726$$

สำหรับค่าประมาณอัตราณณะของเพศหญิงก็ทำเช่นเดียวกัน เพียงแต่เปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ตารางที่ 3.4 แสดงค่าอัตราณณะที่ประมาณได้จากตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮมของเพศชายและหญิงในปี พ.ศ. 2558 เทียบกับค่าอัตราณณะจากข้อมูลทะเบียนราษฎร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.4 ค่าอัตราณณะที่ประมาณได้จากตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮมของเพศหญิงและเพศชาย ในปีพ.ศ.2558 เทียบกับค่าจริง

อายุ	ชาย		หญิง	
	อัตราณณะจากทะเบียนราษฎร	อัตราณณะจากตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม	อัตราณณะจากทะเบียนราษฎร	อัตราณณะจากตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม
50	0.007730	0.007811	0.003412	0.003448
51	0.008260	0.008254	0.003547	0.003669
52	0.008827	0.008735	0.003913	0.003916

ตารางที่ 3.4 (ต่อ) ค่าอัตราณณะที่ประมาณได้จากตัวแบบอินเวอร์สเมคแซมของเพศหญิงและ
เพศชาย ในปีพ.ศ.2558 เทียบกับค่าจริง

อายุ	ชาย		หญิง	
	อัตราณณะจาก ทะเบียนราษฎร	อัตราณณะจากตัว แบบอินเวอร์สเมค แซม	อัตราณณะจาก ทะเบียนราษฎร	อัตราณณะจากตัว แบบอินเวอร์สเมค แซม
53	0.009315	0.009256	0.004209	0.004194
54	0.010012	0.009821	0.004495	0.004506
55	0.010463	0.010433	0.004752	0.004855
56	0.011363	0.011095	0.005172	0.005247
57	0.012216	0.011811	0.005650	0.005685
58	0.012878	0.012585	0.006202	0.006177
59	0.013738	0.013421	0.007029	0.006727
60	0.014779	0.014324	0.007690	0.007343
61	0.015521	0.015297	0.008153	0.008031
62	0.016278	0.016345	0.008792	0.008801
63	0.017553	0.017474	0.009695	0.009661
64	0.018337	0.018687	0.010509	0.010621
65	0.019928	0.019989	0.011780	0.011692
66	0.021488	0.021386	0.012684	0.012885
67	0.022707	0.022880	0.014124	0.014212
68	0.025205	0.024477	0.015224	0.015688
69	0.026888	0.026180	0.017326	0.017326
70	0.029374	0.027993	0.019141	0.019141
MAPE	0.016338543		0.014763225	

3.3.4 การประมาณค่าอัตราการมรณะจากตัวแบบ Coale-Kisker

จากหัวข้อ 3.3.3 จะเห็นว่าตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮมสามารถประมาณค่าอัตราการมรณะของผู้สูงอายุได้ถึงประมาณอายุ 70 ปีเท่านั้น จึงจำเป็นต้องหาตัวแบบเพื่อมาประมาณอัตราการมรณะในรายอายุสูงๆ ดังนั้นตัวแบบ Coale-kisker จึงเป็นอีกหนึ่งตัวเลือก โดยทฤษฎีของโคล-กิสเกอร์ได้คำนวณอัตราการมรณะในรายอายุสูงๆ โดยกำหนดให้อัตราการมรณะกลางปีของเพศชายในรายอายุ 110 ปี เท่ากับ 1 และเพศหญิงเท่ากับ 0.8 (Coale & Kisker, 1990) มีสมการดังนี้

สำหรับ $x \geq 70$ กำหนดให้ $k(x) = k(70) + (x-70)R$

เมื่อ

$$k(x) = \ln\left(\frac{m_x}{m_{x-1}}\right)$$

เมื่อขยายไปถึงอายุ 110 ปี จะได้

$$R = \frac{\log\left(\frac{m_{69}}{m_{110}}\right) + 41k(70)}{820} \quad (4.2)$$

ดังนั้น สามารถหาค่าอัตราการมรณะกลางปีสำหรับ $x = 70, 71, \dots, 110$ ได้จาก

$$m_x = m_{x-1} \exp(k_{85} + (x-85)R) \quad (4.7)$$

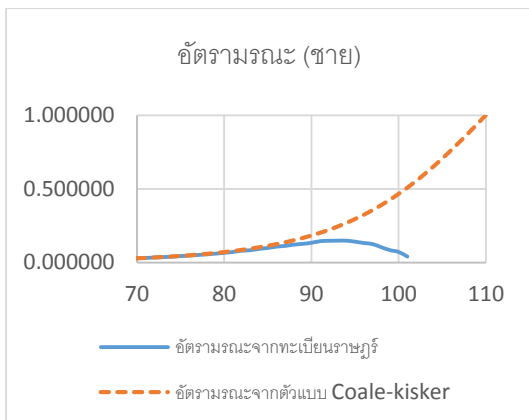
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 อัตราการมรณะของเพศชายและเพศหญิง ตั้งแต่อายุ 70 เป็นต้นไป ในปีพ.ศ.2558 แสดงใน
 ตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แสดงอัตราการฉีกจากทะเบียนราษฎร์ และอัตราการฉีกจากตัวแบบ Coale-kisker
เพศชายและเพศหญิง จำแนกตามเพศและอายุ 70 – 110 ปี

อายุ	ชาย		หญิง	
	อัตราการฉีกจาก ทะเบียนราษฎร์	อัตราการฉีกจากตัว แบบ Coale-kisker	อัตราการฉีกจาก ทะเบียนราษฎร์	อัตราการฉีกจากตัว แบบ Coale-kisker
70	0.029374	0.029269	0.019173	0.018474
71	0.031791	0.031887	0.020789	0.020353
72	0.034706	0.034767	0.022823	0.022443
73	0.037365	0.037937	0.025194	0.024769
74	0.040383	0.041427	0.027926	0.027359
75	0.044217	0.045273	0.030366	0.030244
76	0.047877	0.049512	0.033656	0.033461
77	0.051661	0.054187	0.036624	0.037049
78	0.056166	0.059342	0.040946	0.041053
79	0.060825	0.065031	0.045781	0.045524
80	0.066411	0.071310	0.051004	0.050516
81	0.072109	0.078241	0.056509	0.056094
82	0.080819	0.085892	0.062186	0.062327
83	0.083941	0.094339	0.067172	0.069293
84	0.093158	0.103663	0.074664	0.077079
85	0.099444	0.113954	0.082096	0.085782
86	0.108509	0.125310	0.090738	0.095507
87	0.113622	0.137834	0.099399	0.106372
88	0.122151	0.151640	0.109616	0.118504
89	0.127327	0.166849	0.117768	0.132045
90	0.134189	0.183587	0.129191	0.147145

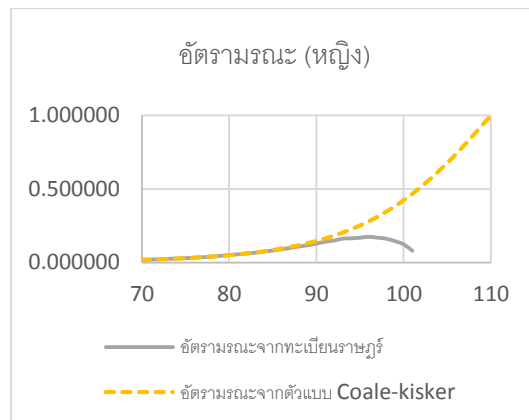
ตารางที่ 3.5 (ต่อ) แสดงอัตราภาระจากทะเบียนราษฎร และอัตราภาระจากตัวแบบ Coale-kisker เพศชายและเพศหญิง จำแนกตามเพศและอายุ 70 – 110 ปี

อายุ (ปี)	ชาย		หญิง	
	อัตราภาระจาก ทะเบียนราษฎร	อัตราภาระจากตัว แบบ Coale-kisker	อัตราภาระจาก ทะเบียนราษฎร	อัตราภาระจากตัว แบบ Coale-kisker
91	0.145408	0.201989	0.141581	0.163968
92	0.147923	0.222195	0.149468	0.182686
93	0.148903	0.244349	0.162851	0.203483
94	0.148835	0.268595	0.164647	0.226549
95	0.142193	0.295079	0.169157	0.252079
96	0.132965	0.323939	0.175058	0.280266
97	0.125958	0.355308	0.169083	0.311302
98	0.104766	0.389302	0.162175	0.345363
99	0.084755	0.426021	0.145504	0.382610
100	0.072412	0.465537	0.124384	0.423173
101	0.041190	0.507890	0.080067	0.467145
102		0.553084		0.514570
103		0.601073		0.565431
104		0.651762		0.619641
105		0.705000		0.677035
106		0.760576		0.737361
107		0.818219		0.800283
108		0.877600		0.865375
109		0.938336		0.932137
110		1		1



แผนภาพที่ 3.3 แสดงอัตราฆาตกรรมของเพศชาย

พ.ศ. 2558



แผนภาพที่ 3.4 แสดงอัตราฆาตกรรมของเพศหญิง

พ.ศ. 2558

แผนภาพที่ 3.3 และแผนภาพที่ 3.4 แสดงค่าอัตราฆาตกรรมที่ประมาณด้วยวิธี Coale-Kisker เทียบกับอัตราฆาตกรรมจากทะเบียนราษฎร ตั้งแต่อายุ 70 ปี ถึงอายุ 110 ปี ในปีพ.ศ.2558 จะเห็นว่าเมื่ออายุสูงขึ้นค่าอัตราฆาตกรรมที่ประมาณด้วยวิธี Coale-Kisker ก็จะลู่เข้าสู่ค่า 1 ซึ่งเป็นไปตามกฎของอัตราฆาตกรรม

3.4 การพยากรณ์อัตราฆาตกรรมจากตัวแบบลี-คาร์เตอร์

เนื่องจากแบบประกันชีวิตที่จะศึกษานี้เป็นแบบระยะยาว ทำให้เราต้องมีการพยากรณ์อัตราฆาตกรรม ในหลายงานวิจัยได้มีการเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์อัตราฆาตกรรม และในงานวิจัยส่วนมากพบว่าตัวแบบลี-คาร์เตอร์เป็นตัวแบบที่พยากรณ์อัตราฆาตกรรมได้มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ทั้งในช่วงอายุปกติ และในผู้สูงอายุ

3.4.1. การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ

ตัวแบบลี-คาร์เตอร์เป็นตัวแบบที่ใช้พยากรณ์อัตราฆาตกรรม ที่นำเอาพื้นฐานการวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยกำหนดให้ความเคลื่อนไหวของตัวแบบมีการแจกแจงปกติโดยที่ค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนมีค่าเท่ากัน

$$m_{x,t} = e^{a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t}}$$

$$\ln(m_{x,t}) = a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t}$$

โดยที่	$m_{x,t}$	คือ	อัตราฆาตกรรมกลางปีรายอายุ x ในปีที่ t
	a_x	คือ	ค่าเฉลี่ยลอการิทึมของอัตราฆาตกรรมกลางปีรายอายุ x
	b_x	คือ	อัตราเสื่อมของดัชนีเวลารายอายุ x

k_t คือ ดัชนีเวลาของระดับอัตราการมรณะกลางปี

$\varepsilon_{x,t}$ คือ ความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ

$$\text{ภายใต้ข้อกำหนด } \sum_t k_t = 0, \sum_x b_x^2 = 1 \text{ และ } \varepsilon_{x,t} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

จากตัวแบบลี-คาร์เตอร์ข้างต้น พบว่าค่า a_x , b_x และ k_t เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า ดังนั้นจำเป็นต้องประมาณค่าพารามิเตอร์ a_x , b_x และ k_t โดยค่า a_x แสดงลักษณะของค่าเฉลี่ยลอการิทึมของอัตราการมรณะกลางปี ค่า b_x แสดงลักษณะการลดลงอย่างรวดเร็วหรือลดลงอย่างช้าของอัตราการตาย เมื่อ k_t เปลี่ยนแปลง และเพื่อให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่แน่นอนและมีเพียงคำตอบเดียวจึงต้องกำหนดเงื่อนไข 2 เงื่อนไขคือ $\sum_t k_t = 0$, $\sum_x b_x^2 = 1$ ซึ่งเงื่อนไขนี้จะทำให้ค่าพารามิเตอร์ a_x เป็นค่าเฉลี่ยลอการิทึมของอัตราการตายกลางปีอายุ x ปี ซึ่งประมาณได้จาก

$$\hat{a}_x = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \ln m_{x,t}$$

โดยที่ \hat{a}_x คือ ค่าประมาณของค่าเฉลี่ยลอการิทึมของอัตราการมรณะกลางปีอายุ x

$m_{x,t}$ คือ อัตราการมรณะกลางปีอายุ x ในปี t

T คือ จำนวนปีของข้อมูลที่ทำการศึกษา

โดยงานวิจัยนี้ใช้ค่าประมาณอัตราการมรณะที่ได้จากตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮมในช่วงอายุ 50-70 ปีและวิธี Coale-Kisker ในช่วงอายุ 71-110 ปี ในปีพ.ศ.2546 ถึง พ.ศ.2558 นำมาหาค่าพารามิเตอร์อัตราการมรณะในปีพ.ศ.2559 ถึง พ.ศ.2588 ตารางที่ 3.6 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{a}_x ของเพศชายและเพศหญิง

ตารางที่ 3.6 ค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{a}_x ของเพศชาย และเพศหญิง จำแนกตามอายุ 50 – 110 ปี

อายุ (ปี)	ชาย	หญิง	อายุ	ชาย	หญิง
50	-4.8252	-5.5718	81	-2.4913	-2.7765
51	-4.7658	-5.5000	82	-2.4009	-2.6743
52	-4.7051	-5.4257	83	-2.3100	-2.5717
53	-4.6457	-5.3492	84	-2.2186	-2.4685
54	-4.5749	-5.2706	85	-2.1267	-2.3650
55	-4.5203	-5.1898	86	-2.0344	-2.2611

ตารางที่ 3.6 (ต่อ) ค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{d}_x ของเพศชาย และเพศหญิง จำแนกตามอายุ
50 – 110 ปี

อายุ (ปี)	ชาย	หญิง	อายุ	ชาย	หญิง
56	-4.4660	-5.1072	87	-1.9418	-2.1569
57	-4.3942	-5.0228	88	-1.8489	-2.0525
58	-4.3213	-4.9368	89	-1.7559	-1.9481
59	-4.2533	-4.8492	90	-1.6628	-1.8436
60	-4.1869	-4.7604	91	-1.5696	-1.7391
61	-4.1116	-4.6703	92	-1.4767	-1.6349
62	-4.0473	-4.5792	93	-1.3839	-1.5311
63	-3.9804	-4.4872	94	-1.2915	-1.4277
64	-3.9082	-4.3944	95	-1.1996	-1.3249
65	-3.8307	-4.3010	96	-1.1083	-1.2230
66	-3.7532	-4.2072	97	-1.0179	-1.1220
67	-3.6835	-4.1131	98	-0.9284	-1.0222
68	-3.6123	-4.0189	99	-0.8401	-0.9238
69	-3.5202	-3.9246	100	-0.7531	-0.8271
70	-3.4467	-3.8306	101	-0.6677	-0.7321
71	-3.3567	-3.7621	102	-0.5839	-0.6393
72	-3.2737	-3.6669	103	-0.5021	-0.5488
73	-3.1899	-3.5709	104	-0.4225	-0.4609
74	-3.1052	-3.4741	105	-0.3452	-0.3758
75	-3.0197	-3.3765	106	-0.2704	-0.2937
76	-2.9334	-3.2782	107	-0.1983	-0.2149
77	-2.8464	-3.1792	108	-0.1291	-0.1396
78	-2.7587	-3.0795	109	-0.0630	-0.0679
79	-2.6702	-2.9791	110	0.0000	0.0000
80	-2.5811	-2.8781			

จากตารางที่ 3.6 จะเห็นได้ว่าค่าประมาณของพารามิเตอร์ \hat{a}_x ของเพศชายและเพศหญิงมีค่าไปในทิศทางเดียวกัน และมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น

จากสมการโล-คาร์เตอร์สามารถเขียนตัวแบบใหม่ในรูปของค่าเฉลี่ยลอการิทึมของอัตราการตายกลางปี (Mean centered log-mortality rate) ได้ดังนี้

$$\ln(m_{x,t}) = \hat{a}_x + b_x k_t$$

และสามารถเขียนตัวแบบใหม่ได้ดังนี้

$$z_{x,t} = \ln(m_{x,t}) - \hat{a}_x = b_x k_t$$

ค่าพารามิเตอร์ b_x และ k_t สามารถประมาณได้โดยวิธีการแยกด้วยค่าเจาะจง (Singular Value Decomposition : SVD) เป็นการแยกเมทริกซ์ Z ซึ่งเป็นเมทริกซ์ของสมการเชิงเส้นเป็น 3 เมทริกซ์คือ U , W และ V ดังนั้นเมทริกซ์ Z จะมีขนาด $X \times T$ สามารถเขียนในรูปผลการคูณ ได้ดังนี้

$$SVD(z_{x,t}) = UWV^T$$

- โดยที่ U คือ เมทริกซ์ตั้งฉากปกติ (Orthonormal Matrix) ที่มาจากเวกเตอร์เจาะจง ZZ'
- W คือ บล็อกซ์เมทริกซ์ทแยง (Diagonal Matrix) ที่ w_j เมื่อ $j = 1, 2, \dots, r$
- V คือ เมทริกซ์ตั้งฉากปกติ (Orthonormal Matrix) ที่มาจากเวกเตอร์เจาะจงของ $Z'Z$

$$Z = \begin{bmatrix} z_{1,1} & z_{1,2} & z_{1,3} & \cdots & z_{1,T-2} & z_{1,T-1} & z_{1,T} \\ z_{2,1} & z_{2,2} & z_{2,3} & \cdots & z_{2,T-2} & z_{2,T-1} & z_{2,T} \\ z_{3,1} & z_{3,2} & z_{3,3} & \cdots & z_{3,T-2} & z_{3,T-1} & z_{3,T} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ z_{x,1} & z_{x,2} & z_{x,3} & \cdots & z_{x,T-2} & z_{x,T-1} & z_{x,T} \\ k_1 & k_2 & k_3 & \cdots & k_{T-2} & k_{T-1} & k_T \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \vdots \\ b_x \end{bmatrix}$$

ในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม R ในการหาค่าประมาณพารามิเตอร์ b_x และ k_t โดยค่าพารามิเตอร์ b_x คือ อัตราเสื่อมของดัชนีเวลารายอายุ x กล่าวคือค่าพารามิเตอร์ b_x จะคงที่ในทุกๆปี แต่จะเปลี่ยนไปตามรายอายุ x ในส่วนของค่าพารามิเตอร์ k_t คือ ดัชนีเวลาของระดับอัตราตายกลางปี จะเปลี่ยนแปลงไปในทุกๆปี โดยค่าดังกล่าวแสดงดังตารางที่ 3.7 และ ตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.7 ค่าประมาณพารามิเตอร์ b_x ของเพศชาย และเพศหญิง จำแนกตามอายุ 50 -110 ปี

อายุ (ปี)	ชาย	หญิง	อายุ	ชาย	หญิง
50	-0.07840	-0.14712	81	-0.16986	-0.14923
51	-0.08667	-0.15057	82	-0.16908	-0.14817
52	-0.07761	-0.15355	83	-0.16795	-0.14672
53	-0.09671	-0.156	84	-0.16629	-0.14494
54	-0.09831	-0.15797	85	-0.16404	-0.14272
55	-0.13916	-0.15943	86	-0.16140	-0.14018
56	-0.14838	-0.16037	87	-0.15821	-0.13718
57	-0.09210	-0.1608	88	-0.15458	-0.13383
58	-0.09900	-0.16075	89	-0.15056	-0.13011
59	-0.11620	-0.1602	90	-0.14599	-0.12599
60	-0.13491	-0.1592	91	-0.14097	-0.12148
61	-0.12791	-0.15779	92	-0.13549	-0.11668
62	-0.12458	-0.1559	93	-0.12958	-0.11143
63	-0.13426	-0.15363	94	-0.12329	-0.1059
64	-0.15718	-0.15092	95	-0.11658	-0.10001
65	-0.14327	-0.1479	96	-0.10947	-0.09383
66	-0.13472	-0.14453	97	-0.10210	-0.08738
67	-0.14713	-0.14083	98	-0.09441	-0.0807
68	-0.11699	-0.13679	99	-0.08643	-0.07379
69	-0.14166	-0.13244	100	-0.07831	-0.06672
70	-0.17247	-0.12781	101	-0.06993	-0.05954
71	-0.15102	-0.13908	102	-0.06157	-0.05228
72	-0.15503	-0.14174	103	-0.05311	-0.04507
73	-0.15850	-0.14405	104	-0.04478	-0.03788

ตารางที่ 3.7 (ต่อ) ค่าประมาณพารามิเตอร์ b_x ของเพศชาย และเพศหญิง จำแนกตามอายุ 50 -110 ปี

อายุ (ปี)	ชาย	หญิง	อายุ	ชาย	หญิง
74	-0.16154	-0.146	105	-0.03655	-0.03083
75	-0.16418	-0.14757	106	-0.02856	-0.02398
76	-0.16633	-0.14876	107	-0.02078	-0.01742
77	-0.16793	-0.1496	108	-0.01339	-0.01121
78	-0.16917	-0.15008	109	-0.00647	-0.00537
79	-0.16983	-0.15016	110	0.00000	0
80	-0.17013	-0.14987			

ตารางที่ 3.8 ค่าประมาณพารามิเตอร์ k , ของเพศชาย และเพศหญิง

ปี	ชาย	หญิง
2546	-0.451165	-0.680218
2547	-0.356408	-0.767511
2548	-0.434399	-0.912074
2549	-0.336018	-0.731000
2550	-0.301606	-0.603437
2551	-0.101616	-0.151540
2552	-0.086716	-0.017382
2553	0.195308	0.305834
2554	0.303518	0.435501
2555	0.434652	0.676070
2556	0.362938	0.822223
2557	0.409052	0.826188
2558	0.362604	0.797274

3.4.2. การพยากรณ์ค่าอัตราฆณะด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์

ในการพยากรณ์ค่าอัตราฆณะจากตัวแบบลี-คาร์เตอร์ ต้องมีการหาค่าพยากรณ์ของดัชนีเวลา k_t ซึ่งเป็นตัวแปรหนึ่งในสมการพยากรณ์ของลี-คาร์เตอร์ ได้มีผู้เสนอวิธีพยากรณ์ดัชนีเวลาด้วยตัวแบบ ARIMA(Autoregressive Integrated Moving Average Model) แต่เนื่องจากข้อมูลในงานวิจัยนี้มีเพียง 13 ปี ซึ่งวิธี ARIMA ไม่เหมาะสม ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นปกติ (Linear Regression Model) โดยมีสมการพยากรณ์ดังนี้

$$k_t = a + bt + \varepsilon$$

เมื่อ a และ b เป็นพารามิเตอร์

ได้สมการพยากรณ์ค่าดัชนีเวลา ดังนี้

$$\begin{aligned}\hat{k}_t^{\text{ชาย}} &= -0.6045 + 0.08637t \\ \hat{k}_t^{\text{หญิง}} &= -1.1740 + 0.16770t\end{aligned}$$

ตารางที่ 3.9 ค่าประมาณ k_t ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ ปีพ.ศ. 2559 – 2588 เพศชายและเพศหญิง

ปี พ.ศ.	ชาย	หญิง	ปี พ.ศ.	ชาย	หญิง
2559	0.6047	1.1738	2574	1.9002	3.6893
2560	0.6911	1.3415	2575	1.9866	3.8570
2561	0.7774	1.5092	2576	2.0730	4.0247
2562	0.8638	1.6769	2577	2.1593	4.1924
2563	0.9502	1.8446	2578	2.2457	4.3601
2564	1.0365	2.0123	2579	2.3321	4.5278
2565	1.1229	2.1800	2580	2.4185	4.6955
2566	1.2093	2.3477	2581	2.5048	4.8632
2567	1.2956	2.5154	2582	2.5912	5.0309
2568	1.3820	2.6831	2583	2.6776	5.1986
2569	1.4684	2.8508	2584	2.7639	5.3663
2570	1.5548	3.0185	2585	2.8503	5.5340

ตารางที่ 3.9 (ต่อ) ค่าประมาณ k_t ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ ปีพ.ศ. 2559 – 2588

เพศชายและเพศหญิง

ปี พ.ศ.	ชาย	หญิง	ปี พ.ศ.	ชาย	หญิง
2571	1.6411	3.1862	2586	2.9367	5.7017
2572	1.7275	3.3539	2587	3.0230	5.8694
2573	1.8139	3.5216	2588	3.1094	6.0371

ต่อมานำค่าพยากรณ์ดัชนีเวลาที่ได้ข้างต้นมาแทนค่าในสมการพยากรณ์อัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์ และแปลงเป็นอัตราระยะ ผลที่ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค

3.5 การประมาณโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยจากตัวแบบ CIR

ตัวแบบ CIR กำหนดให้การเคลื่อนไหวของอัตราดอกเบี้ยโดยพลัน r_t มีการเคลื่อนไหวแบบต่อเนื่องจะได้สมการดังนี้

$$dr_t = k(\theta - r_t)dt + \sigma\sqrt{r_t}d\tilde{W}_t$$

ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ จะใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบไม่เชิงเส้นตรง (Nonlinear Least Square : NLS) โดยแยกตามเวลาที่ครบกำหนดไถ่ถอนพันธบัตร (Time to maturity) ตั้งแต่ 10 ปี ถึง 20 ปี แสดงดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 แสดงค่าประมาณของพารามิเตอร์ k , θ , γ และ σ

Time to maturity (ปี)	k	θ	γ	σ
10	0.538025	0.034967	0.039502	0.540917
11	0.409313	0.036605	0.033586	0.41206
12	0.306978	0.037286	0.028512	0.309615
13	0.315329	0.03745	0.028512	0.317897
14	0.339899	0.037979	0.028512	0.342282
15	0.319886	0.038854	0.027747	0.322284
16	0.267597	0.039776	0.025131	0.269947

ตารางที่ 3.10 (ต่อ) แสดงค่าประมาณของพารามิเตอร์ k , θ , γ และ σ

Time to maturity (ปี)	k	θ	γ	σ
17	0.242877	0.040226	0.025131	0.245464
18	0.247934	0.040317	0.025131	0.250468
19	0.275607	0.040384	0.025131	0.277889
20	0.313831	0.040522	0.025131	0.315837
21	0.335572	0.040656	0.027995	0.337899
22	0.335712	0.04077	0.028161	0.338066
23	0.32365	0.040893	0.027785	0.326027
24	0.304958	0.041038	0.027077	0.307353
25	0.280562	0.04121	0.026095	0.282979
26	0.252277	0.041395	0.024756	0.254695
27	0.244188	0.041669	0.023874	0.246511
28	0.27457	0.042168	0.024448	0.276738
29	0.354554	0.042561	0.026737	0.356565
30	0.580101	0.0393	0.029233	0.581572

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยเมื่อกำหนดการเคลื่อนไหวดังสมการข้างต้น แล้วอัตราดอกเบี้ย ที่ประมาณโดยตัวแบบ CIR จะเท่ากับ

$$P(0,t) = \exp\{A(t) - B(t)r_0\}$$

โดยที่

$$A(t) = \frac{2k\theta}{\sigma^2} \ln \left[\frac{2\gamma \exp\left\{\frac{(\gamma+k)t}{2}\right\}}{(\gamma+k)(\exp\{\gamma t\}-1) + 2\gamma} \right]$$

$$B(t) = \frac{2(\exp\{\gamma t\}-1)}{(k+\gamma)(\exp\{\gamma t\}-1) + 2\gamma}$$

$$\gamma = \sqrt{k^2 + 2\sigma^2}$$

ตารางที่ 3.11 แสดงค่า $r(0)$ และ $P(0,T)$ ของอัตราดอกเบี้ยที่ครบกำหนด 10 ปี ถึง 30 ปี

Time to maturity (ปี)	$r(0)$	$P(0,T)$
10	0.04194	0.69638
11	0.04463	0.65634
12	0.04608	0.62245
13	0.04831	0.59492
14	0.05012	0.56795
15	0.05079	0.53892
16	0.05187	0.50713
17	0.05311	0.48025
18	0.05382	0.45987
19	0.05415	0.44286
20	0.05439	0.42637
21	0.05454	0.40957
22	0.05462	0.39238
23	0.05462	0.37530
24	0.05468	0.35830
25	0.05472	0.34141
26	0.05482	0.32459
27	0.05503	0.30872
28	0.05527	0.29392
29	0.05527	0.28167
30	0.05527	0.30363

จากตารางที่ 3.11 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเวลาครบกำหนดได้ถอนมากขึ้นอัตราดอกเบี้ย ณ เวลาปัจจุบัน $r(0)$ มีค่าเพิ่มมากขึ้น ซึ่งแตกต่างจากราคาพันธบัตรที่ไม่จ่ายดอกเบี้ยที่เมื่อเวลาครบกำหนดได้ถอนมากขึ้นราคา ณ เวลาปัจจุบัน จะมีค่าน้อยลง

บทที่ 4
การประมาณค่าคอลออปชั่น
และการคำนวณเบี้ยประกันภัยของสัญญาประกันชีวิตแบบอควิตี้ลิ่ง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการประมาณค่าคอลออปชั่นของออปชั่นที่มีอายุครบกำหนด 10, 11, 12,..., 30 ปีโดยตัวแบบแบล็คโพลล์ และการคำนวณเบี้ยประกันภัยของสัญญาประกันชีวิตแบบอควิตี้ลิ่ง โดยใช้ข้อมูลอัตราดอกเบี้ยของผู้สูงอายุไทยที่พยากรณ์มาได้จากบทที่ 3 อัตราดอกเบี้ยที่ได้จากตัวแบบ CIR ค่าคอลออปชั่น ในการคำนวณเบี้ยประกันภัยจะกำหนดให้เงินเอาประกันภัย $g(\bar{T})$ เท่ากับ 1 บาท และราคาหลักทรัพย์ ณ เวลาปัจจุบัน เท่ากับ 1 บาท โดยจะจ่ายเบี้ยประกันภัยแบบครั้งเดียว และได้รับจำนวนเงินเอาประกันภัยเมื่ออยู่ครบกำหนดสัญญากรมธรรม์

4.1 การประมาณค่าคอลออปชั่น

ในงานวิจัยนี้จะทำการประมาณมูลค่าของคอลออปชั่นแบบยุโรปเป็นออปชั่น โดยตัวแบบแบล็คโพลล์ ภายใต้สมมติฐานที่ว่า การเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์เป็นแบบ Geometric Brownian motion และอัตราผลตอบแทนมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) เนื่องจากเป็นการแจกแจงแบบปกติทำให้ค่าความแปรปรวน (implied volatility) เข้ามีบทบาทที่สำคัญในการประมาณค่า ในงานวิจัยนี้ใช้แบบจำลองความแปรปรวนจากอดีต (Historical model) ในการประมาณค่าความแปรปรวน โดยใช้ข้อมูลดัชนี SET50 รายวัน ตั้งแต่ มกราคม 2552 ถึง ธันวาคม 2560 เป็นจำนวน 1951 ข้อมูล โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 หาอัตราผลตอบแทนของดัชนี SET50

$$R_t = \frac{S_{t+1} - S_t}{S_t}$$

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลอัตราผลตอบแทนของดัชนี SET50

t	SET50 index (S_t)	R_t
0	340.13	-0.01294
1	335.73	-0.02669
2	326.77	0.00453
3	328.25	-0.01599

ตารางที่ 4.1(ต่อ) แสดงข้อมูลอัตราผลตอบแทนของดัชนี SET50

t	SET50 index (S_t)	R_t
4	323.00	-0.01833
5	317.08	-0.04967
6	301.33	0.01659
7	306.33	-0.03575
8	295.38	0.02458
9	302.64	-0.00013
10	302.60	-0.00585
⋮	⋮	⋮
1943	940.30	-0.00181
1944	938.60	0.00254
1945	940.98	0.00475
1946	945.45	0.00045
1947	945.88	0.00583
1948	951.39	0.01111
1949	961.96	0.00299
1950	964.84	

ขั้นตอนที่ 2 หาค่าเฉลี่ยของอัตราผลตอบแทนของดัชนี SET50

$$\bar{R} = \frac{\sum_{t=1}^n R_t}{n}$$

$$\begin{aligned} \bar{R} &= \frac{-0.01294 - 0.02669 + 0.00453 + \dots + 0.00583 + 0.01111 + 0.00299}{1950} \\ &= 0.000614 \end{aligned}$$

ขั้นตอนที่ 3 หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ที่แทนด้วยดัชนี SET50

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R})^2}{n-1}}$$

$$\sigma = 0.012601$$

ขั้นตอนที่ 4 หาค่าความแปรปรวนจากอดีต (Historical volatility : HV)

$$HV = \sigma\sqrt{T}$$

$$HV = 0.012601 \times \sqrt{250} = 0.199239$$

เนื่องจาก T คือระยะเวลาของการวัดความแปรปรวน ในที่นี้จะให้ T เท่ากับ 250 เพราะเป็นการแปลงข้อมูลจากรายวันเป็นรายปี จะได้ค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.199239 หรือ 19.92 %

ในการประมาณค่าคอลอปชั่นด้วยตัวแบบแบล็คโพลส์ จำเป็นต้องหาค่าพารามิเตอร์ d_1 และ d_2 ก่อนโดยกำหนดให้ค่าราคาหลักทรัพย์ ณ เวลาปัจจุบัน (S_0) เท่ากับ 1 และราคาใช้สิทธิของออปชั่น $g(\bar{T})$ เท่ากับ 1 จะได้ค่า d_1 , d_2 และ $C_{0,T}$ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบแบล็คโพลส์ และค่าคอลอปชั่น

Time to maturity	r	d1	d2	N(d1)	N(d2)	$C_{0,T}$
10	0.04194	0.98069	0.35064	0.83663	0.63707	0.41779
11	0.04463	1.07333	0.41253	0.85844	0.66002	0.45447
12	0.04608	1.14627	0.45608	0.87416	0.67584	0.48539
13	0.04831	1.23343	0.51506	0.89129	0.69675	0.51948
14	0.05012	1.31398	0.56850	0.90557	0.71515	0.55104
15	0.05079	1.37313	0.60148	0.91514	0.72624	0.57613
16	0.05187	1.43984	0.64288	0.92504	0.73985	0.60241
17	0.05311	1.50981	0.68833	0.93445	0.75438	0.62863
18	0.05382	1.56870	0.72340	0.94164	0.76528	0.65118
19	0.05415	1.61891	0.75045	0.94727	0.77351	0.67080

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบแบล็คโชลส์ และค่าคอลอปชั่น

Time to maturity	r	d1	d2	N(d1)	N(d2)	$C_{0,T}$
20	0.05439	1.66635	0.77533	0.95218	0.78093	0.68904
21	0.05454	1.71096	0.79793	0.95646	0.78754	0.70593
22	0.05462	1.75310	0.81859	0.96021	0.79349	0.72161
23	0.05462	1.79250	0.83699	0.96347	0.79870	0.73607
24	0.05468	1.83253	0.85646	0.96656	0.80413	0.75010
25	0.05472	1.87132	0.87513	0.96935	0.80925	0.76330
26	0.05482	1.91094	0.89502	0.97199	0.81461	0.77614
27	0.05503	1.95282	0.91754	0.97458	0.82057	0.78887
28	0.05527	1.99503	0.94075	0.97698	0.82658	0.80111
29	0.05527	2.03034	0.95741	0.97884	0.83082	0.81157
30	0.05527	2.06505	0.97377	0.98054	0.83492	0.82149

4.2 การคำนวณเบี้ยประกันภัยของสัญญาประกันชีวิตแบบอควิตี้ลิ่ง

ในการคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิจ่ายครั้งเดียวของสัญญาประกันชีวิตอควิตี้ลิ่งระยะยาวนั้น จะคำนวณในรูปแบบของยุโรปยื่นออปปชั่น โดยมีสมการดังนี้

$$V_t = P_x \{C_t + g(T)P(t, T)\}$$

เมื่อนำข้อมูลที่คำนวณได้จากบทที่ 3 และส่วนที่ 4.1 มาคำนวณเบี้ยประกันภัย โดยสมมติให้ ผู้เอาประกันภัยอายุ 50 ปี อายุ 55 ปี และอายุ 60 ปี จำนวนเงินเอาประกันภัย 1 บาท ระยะเวลาคุ้มครองตั้งแต่ 10 ปี ถึง 30 ปี จะได้เบี้ยประกันภัยแบบจ่ายครั้งเดียวตามตารางที่ 4.3 – 4.5 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 อัตราเบี้ยประกันภัยแบบอควิตี้ลิ่ง ที่มีระยะเวลาคุ้มครองตั้งแต่ 10 ปี ถึง 30 ปี
ของเพศชายและเพศหญิง อายุ 50 ปี

Time to maturity (ปี)	$V_{0,T}$	
	เพศชาย	เพศหญิง
10	0.997571	1.063009
11	0.981053	1.053462
12	0.964349	1.043912
13	0.955529	1.042857
14	0.944778	1.039354
15	0.925708	1.027363
16	0.904413	1.013351
17	0.886913	1.003123
18	0.869826	0.994667
19	0.852872	0.985707
20	0.835747	0.974993
21	0.815328	0.962995
22	0.793031	0.949057
23	0.76927	0.933614
24	0.744585	0.917270
25	0.718768	0.899715
26	0.692111	0.881261
27	0.665314	0.862768
28	0.638163	0.843932
29	0.617565	0.834054
30	0.595316	0.822384

ตารางที่ 4.4 อัตราเบี้ยประกันภัยแบบอควิตีลิ่ง ที่มีระยะเวลาคุ้มครองตั้งแต่ 10 ปี ถึง 30 ปี
ของเพศชายและเพศหญิง อายุ 55 ปี

Time to maturity (ปี)	$V_{0,T}$	
	เพศชาย	เพศหญิง
10	0.957295	1.035883
11	0.936043	1.022568
12	0.914876	1.008931
13	0.899798	1.003114
14	0.882567	0.994483
15	0.858980	0.977281
16	0.832375	0.958921
17	0.808728	0.944171
18	0.786286	0.931112
19	0.763217	0.917622
20	0.738611	0.902567
21	0.711996	0.885284
22	0.683531	0.865857
23	0.653639	0.844683
24	0.622821	0.822300
25	0.590955	0.798417
26	0.558335	0.773302
27	0.525581	0.747681
28	0.492569	0.721244
29	0.464558	0.701792
30	0.435167	0.679981

ตารางที่ 4.5 อัตราเบี้ยประกันภัยแบบอควิตี้ลิ่ง ที่มีระยะเวลาคุ้มครองตั้งแต่ 10 ปี ถึง 30 ปี
ของเพศชายและเพศหญิง อายุ 60 ปี

Time to maturity (ปี)	$V_{0,T}$	
	เพศชาย	เพศหญิง
10	0.897711	0.989507
11	0.870011	0.971097
12	0.841868	0.952367
13	0.819973	0.940982
14	0.795432	0.926908
15	0.763909	0.904884
16	0.730642	0.880802
17	0.699840	0.859702
18	0.669913	0.839731
19	0.639270	0.818907
20	0.607203	0.796200
21	0.573412	0.771036
22	0.538154	0.743513
23	0.501900	0.714004
24	0.465171	0.682999
25	0.427994	0.650273
26	0.390755	0.616097
27	0.354036	0.581076
28	0.317898	0.545012
29	0.285765	0.513672
30	0.253605	0.479946

จากตารางที่ 4.3 – 4.5 เมื่อพิจารณาเบี้ยประกันภัยของเพศชาย อายุ 50 ปี ที่มีเวลาครบกำหนด 10 ปี ถึง 16 ปี มีค่า 0.997571, 0.981053, 0.964349, 0.955529, 0.944778, 0.925708 และ 0.904413 บาท ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียง 1 และเบี้ยประกันภัยของเพศหญิง อายุ 50 ปี ที่มีเวลาครบกำหนด 10 ปี ถึง 17 ปี มีค่า 1.063009, 1.053462, 1.043912, 1.042857, 1.039354, 1.027363, 1.013351 และ 1.003123 บาท ตามลำดับ มีค่าเกิน 1 และเมื่อเวลาครบกำหนดเป็น 17 ปี ถึง 24 ปี มีค่า 0.994667, 0.985707, 0.974993, 0.962995, 0.949057, 0.933614 และ 0.917270 บาท ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียง 1 เมื่อพิจารณาเบี้ยประกันภัยของเพศชาย อายุ 55 ปี ที่มีเวลาครบกำหนด 10 ปี ถึง 12 ปี มีค่า 0.957295, 0.936043 และ 0.914876 บาท ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียง 1 และเบี้ยประกันภัยของเพศหญิง อายุ 55 ปี ที่มีเวลาครบกำหนด 10 ปี ถึง 13 ปี มีค่า 1.035883, 1.022568, 1.008931 และ 1.003114 บาท ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเกิน 1 และเวลาครบกำหนด 14 ปี ถึง 20 ปี มีค่า 0.994483, 0.977281, 0.958921, 0.944171, 0.931112, 0.917622 และ 0.902567 บาท ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียง 1 และเมื่อพิจารณาเบี้ยประกันภัยของเพศหญิง อายุ 60 ปี ที่มีเวลาครบกำหนด 10 ปี ถึง 15 ปี มีค่าเป็น 0.989507, 0.971097, 0.952367, 0.940982, 0.926908 และ 0.904884 บาท ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียง 1 นั้นย่อมาหมายความว่า ผู้ซื้อกรมธรรม์จะต้องจ่ายเบี้ยประกันภัยมากกว่า หรือใกล้เคียงเงินที่จะได้รับเมื่อครบกำหนดสัญญากรมธรรม์ประกันชีวิต กรมธรรม์ประกันชีวิตที่มีระยะเวลายาว และอายุของผู้เอาประกันภัยที่มีอายุมากจะมีเบี้ยประกันภัยที่ต่ำกว่ากรมธรรม์ที่มีระยะเวลาสั้น และราคาของเบี้ยประกันภัยของเพศหญิงจะมีค่ามากกว่าของเพศชาย เนื่องจากเป็นกรมธรรม์ที่ได้รับผลประโยชน์เมื่อครบกำหนดกรมธรรม์

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้คำนวณเบี้ยประกันชีวิตของการประกันชีวิตแบบอภिवิตีลิ่งค์ สำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย โดยระยะเวลาการคุ้มครอง 10 ปี ถึง 30 ปี ในการคำนวณมีส่วนที่สำคัญ 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนแรกเป็นการประมาณค่าอัตราภาระและพยากรณ์อัตราภาระไทย ใช้ข้อมูลจำนวนประชากรปลายปี และจำนวนประชากรที่ตายระหว่างปี พ.ศ.2545 – 2559 แยกตามเพศและอายุ จากกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย และสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข ตามลำดับ ในการประมาณค่าอัตราภาระของผู้สูงอายุไทย ด้วยตัวแบบอินเวอร์สเมคแซม สามารถประมาณค่าอัตราภาระของผู้สูงอายุได้ตั้งแต่อายุ 50 ปี ถึงประมาณอายุ 70 ปี ทั้งเพศชายและเพศหญิง ส่วนช่วงอายุ 70 – 110 ปี ปี ต้องใช้วิธีโคล-กิสเกอร์ในการประมาณค่าอัตราภาระ จะได้ค่าอัตราภาระที่สอดคล้องกับกฎของอัตราภาระ คือเมื่ออายุเพิ่มขึ้นค่าอัตราภาระก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ต่อมานำค่าอัตราภาระที่ประมาณได้มาหาค่าพยากรณ์ในอีก 30 ปีข้างหน้า โดยใช้ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ที่ประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีแยกด้วยค่าเจาะจง พบว่าค่าอัตราภาระมีอัตราที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง และอัตราภาระของเพศชายมีค่ามากกว่าเพศหญิง

ส่วนที่สองเป็นการประมาณโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยจากตัวแบบ CIR ใช้ข้อมูลพันธบัตรรัฐบาลไทยระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2541 ถึง วันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ.2559 จากสมาคมตราสารหนี้ไทย โดยแบ่งข้อมูลตามวันครบกำหนดไถ่ถอนตั้งแต่ 10 ปี ถึง 30 ปี นำข้อมูลแต่ละชุดมาหาค่าอัตราดอกเบี้ยของพันธบัตรด้วยตัวแบบ CIR พบว่าเมื่อเวลาครบกำหนดไถ่ถอนเพิ่มขึ้น อัตราดอกเบี้ยจะมีค่าลดลง

ในส่วนสุดท้ายเป็นการประมาณค่าคอลอปชั่นแบบยูโรเปียนออปชั่น โดยตัวแบบแบล็คโชลส์ ใช้ข้อมูลราคาปิดของหุ้น SET50 จากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ตั้งแต่ มกราคม พ.ศ. 2541 ถึง ธันวาคม พ.ศ.2559 เป็นจำนวน 1951 ข้อมูล พบว่าเมื่อเวลาครบกำหนดไถ่ถอนเพิ่มมากขึ้น มูลค่าของคอลอปชั่นจะมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน

เมื่อได้ส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วนแล้วจึงนำไปคำนวณเบี้ยประกันภัยของสัญญาประกันชีวิตแบบอภिवิตีลิ่งแบบจ่ายเบี้ยครั้งเดียว ที่มีวันครบกำหนดสัญญาตั้งแต่ 10 ปี ถึง 30 ปี ของผู้เอาประกันภัยอายุ 50 ปี 55 ปี และ 60 ปี พบว่าเบี้ยประกันภัยมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อวันครบกำหนดสัญญามีค่าเพิ่มขึ้น โดยผู้เอาประกันภัยที่อายุมากจะมีเบี้ยประกันภัยที่น้อยกว่าเบี้ยประกันภัยของคนอายุน้อย เนื่องจากเป็นกรรมธรรม์ที่ได้รับผลประโยชน์เมื่อครบกำหนดกรรมธรรม์ และ

เบี้ยประกันภัยของเพศหญิงจะมีค่ามากกว่าเพศชาย การประกันชีวิตแบบอควิตี้ลิ่งเหมาะสำหรับ สัญญาระยะยาว หรือตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไป เนื่องจากเมื่อพิจารณาเบี้ยประกันภัยที่มีวันครบกำหนด สัญญา 10 ปี ถึง 20 ปี จะมีค่ามากกว่า 1 กล่าวคือ ผู้เอาประกันต้องจ่ายค่าเบี้ยประกันภัยมากกว่าเงินเอาประกันที่จะได้รับเมื่อสิ้นสุดสัญญาประกันภัย

5.2 อภิปรายผล

เมื่อนำเบี้ยประกันภัยที่คำนวณได้ มาพิจารณาเปรียบเทียบกับเบี้ยประกันภัยในงานวิจัยของ Chan และ Platen (2016) ที่คำนวณเบี้ยประกันภัยของคนอายุ 65 ปี โดยมีเวลาครบกำหนดสัญญาประกันชีวิตตั้งแต่ 20 ปี ถึง 30 ปี ที่ประมาณค่าอัตราณณะด้วยตัวแบบ Gompertz และประมาณค่าอัตราดอกเบี้ยด้วยตัวแบบ Quadratic ร่วมกับค่าความเสี่ยงด้านตลาด พบว่าผลการวิจัยเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และมีค่าต่างกันไม่มากนัก โดยเบี้ยประกันภัยจะมีค่าลดลงเมื่อเวลาครบกำหนดสัญญามีค่ามากขึ้น โดยจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเวลาใกล้ถอนสัญญามีค่ามาก ดังนั้นการประกันชีวิตแบบอควิตี้ลิ่งนี้จึงเหมาะสำหรับการประกันชีวิตแบบระยะยาว ตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไป

เมื่อนำอัตราณณะของผู้สูงอายุที่ประมาณได้ตั้งแต่อายุ 50 ปี ถึง 110 ปี โดยใช้ข้อมูลจำนวนประชากรปลายปี และจำนวนประชากรที่ตายระหว่างปีพ.ศ. 2545 – 2559 เปรียบเทียบกับงานวิจัยของสยมภู สายชลพิทักษ์ เรื่อง การประมาณค่าอัตราณณะของผู้สูงอายุไทยโดยใช้ตัวแบบคานนิสโต ตัวแบบเมคแฮม ตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม และทฤษฎีค่าสุดุชิต จัดทำขึ้นเมื่อปีพ.ศ. 2553 พบว่าค่าอัตราณณะของผู้สูงอายุที่ประมาณได้จากตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮมมีค่าไปในทิศทางเดียวกันคือ ตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮมสามารถประมาณค่าอัตราณณะของผู้สูงอายุทั้งเพศชายและเพศหญิงได้ในช่วง 20 – 30 ปี คือช่วงอายุ 70 – 80 ปี โดยในงานวิจัยได้ทำการประมาณค่าอัตราณณะต่อไปจนถึงอายุ 110 ปี โดยใช้ตัวแบบโคล-กิสเกอร์ และได้พยากรณ์ค่าอัตราณณะต่อไปจนถึงปี พ.ศ. 2588 พบว่าค่าอัตราณณะทั้งเพศชายและเพศหญิงมีค่าลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการคาดประมาณประชากรของประเทศไทย โดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ที่กล่าวว่าในอนาคตจะมีประชากรผู้สูงอายุเพิ่มมากขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ในการประมาณค่าอัตราณณะของผู้สูงอายุไทยด้วยตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม สามารถประมาณค่าอัตราณณะได้ถึงประมาณอายุ 70 ปี จึงต้องใช้ตัวแบบโคล-กิสเกอร์ในการประมาณค่าอัตราณณะในช่วงอายุ 70-110 ปี งานวิจัยครั้งต่อไปอาจหาตัวแบบอื่นที่สามารถใช้ในการประมาณค่าอัตราณณะของผู้สูงอายุในช่วงอายุ 50 – 110 ปีได้ทั้งหมด

2. อัตราธรรมณะที่ใช้ในการคำนวณเบี้ยประกันภัยในการศึกษาใช้อัตราธรรมณะของประชากรไทย ซึ่งแตกต่างกับอัตราธรรมณะของผู้เอาประกันภัยที่บริษัทประกันชีวิตใช้ ดังนั้นถ้ามีข้อมูลอัตราธรรมณะของผู้เอาประกันภัยที่ถือกรรมธรรม์เงินรายปีก็อาจสามารถคำนวณเบี้ยประกันภัยของแบบประกันภัยนี้ได้แม่นยำขึ้น
3. เบี้ยประกันภัยที่คำนวณในงานวิจัยนี้เป็นเบี้ยประกันภัยสุทธิ (Net Premium) ซึ่งยังไม่รวมค่าใช้จ่ายของบริษัทประกันชีวิต ดังนั้นหากบริษัทประกันชีวิตจะนำเบี้ยประกันภัยที่คำนวณได้จากตัวแบบนี้ไปใช้ควรเพิ่มค่าใช้จ่ายต่างๆตามความเหมาะสม
4. ในการคำนวณค่าคอลลอปชั่นจะใช้ข้อมูลรายวันของSET50 ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่ได้รวมเงินปันผลที่จ่ายของหุ้นแต่ละตัวในSET50 ทำให้ค่าคอลลอปชั่นมีความผันผวนมาก จึงส่งผลกระทบต่อเบี้ยประกันชีวิตมีค่ามากตามไปด้วย ในการศึกษาครั้งต่อไปควรใช้ข้อมูลดัชนี SET50 ที่รวมเงินปันผลซึ่งจะทำให้ค่าคอลลอปชั่นมีความผันผวนที่น้อยลง และทำให้การคำนวณเบี้ยประกันชีวิตมีความแม่นยำมากขึ้น



รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- เรวัตต์ มโนวัฒน์กุล, & ธนโชติ บุญวรโชติ. (2558). การประมาณความผันผวนของหลักทรัพย์อ้างอิง เพื่อประเมินมูลค่าคอลลอปชันที่มีสภาพคล่องน้อย. วารสารเกษตรศาสตร์(สังคม), 36, 244-257.
- ขวัญดาว กล่ำรัตน์. (2554). ปัจจัยเชิงสาเหตุของพฤติกรรมสุขภาพของผู้สูงอายุในเขตภูมิภาค ตะวันตกของประเทศไทย. (ศึกษาศาสตร์ดุสิตบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จิรพัฒน์ อมรสิริภาณุวัฒน์. (2560). ประสิทธิภาพของการบริหารความเสี่ยงของออปชันในตลาดอนุพันธ์ (ประเทศไทย). วารสารการจัดการ, 6(3), 1-16.
- สยมภู สายชลพิทักษ์. (2553). การประมาณค่าอัตราดอกเบี้ยของผู้สูงอายุไทยโดยใช้ตัวแบบคานนิสโต ตัวแบบเมคแฮม ตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม และทฤษฎีค่าสุดขีด. (ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุภัทร มงคลเกียรติชัย. (2549). การเปรียบเทียบตัวแบบจำลองของ Vasicek และ CIR เพื่ออธิบาย พฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราดอกเบี้ยระยะสั้นในประเทศไทย. วารสารบริหารธุรกิจ, 110, 33-44.

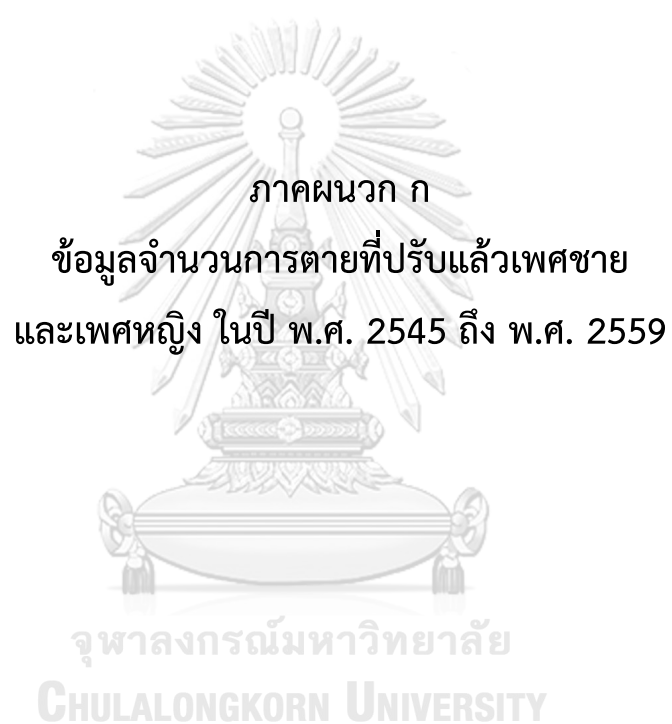
ภาษาอังกฤษ

- Bacinello, R. A., & Ortu, F. (1994). Single and periodic premiums for guaranteed equity-linked life insurance under interest-rate risk: the "lognormal+vasicek" case. *Financial modelling*, 1-25.
- Brennan, M., & chwartz, E. (1976). The pricing of equity-linked life insurance policies with an asset value guarantee. *Journal of Financial Economics*, 3, 195-213.
- Chan, L., & Platen, E. (2016). Pricing of long dated equity-linked life insurance contracts. *Stochastic analysis and application*, 34:2, 339-355.
- Coale, A. J., & Kisker, E. E. (1990). Defects in data on old-age mortality in the United States: new procedures for calculating mortality schedules and life tables at the highest ages. *Asian and pacific population forum*, 4, 1-31.

- Hardy, M. (2003). *Investment guarantees modeling and risk management for equity-linked life insurance*: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Terblanche, W. (2016). Retrospective testing of mortality forecasting methods for the projection of very elderly populations in Australia. *Journal of forecasting, J. Forecast*, 35, 703-717.







ตารางที่ ก1 ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศชาย ในปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2552

อายุ	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552
ต่ำกว่า 1 ปี	2845	2919	3412	3458	3315	3272	3135	3019
1	875	819	648	475	502	443	435	411
2	478	466	408	363	384	304	323	335
3	398	341	335	317	309	270	254	247
4	465	369	355	302	296	258	246	223
5	454	395	345	336	285	230	269	242
6	440	382	388	283	297	249	241	248
7	384	323	357	328	291	250	200	198
8	352	315	315	269	290	211	222	194
9	309	254	293	261	201	246	207	180
10	272	217	244	211	230	229	200	169
11	248	219	221	225	223	190	222	209
12	247	244	265	252	254	225	228	243
13	324	318	367	359	370	356	315	355
14	485	475	508	487	500	503	460	464
15	663	682	706	708	784	684	665	665
16	840	952	889	877	846	890	820	789
17	1057	1171	1124	1022	1058	991	943	880
18	1151	1287	1266	1159	1000	1046	935	951
19	1250	1407	1379	1203	1101	965	877	927
20	1301	1494	1337	1264	1149	972	866	895
21	1317	1517	1326	1204	1067	962	855	859
22	1451	1488	1320	1244	1146	1048	1021	935
23	1580	1698	1466	1369	1218	1027	1004	922
24	1747	1748	1579	1409	1185	1128	1077	1028
25	1990	1808	1691	1442	1303	1204	1169	1098

ตารางที่ ก1 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศชาย ในปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2552

อายุ	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552
26	2058	1992	1697	1590	1398	1264	1239	1121
27	2389	2111	1939	1650	1468	1381	1317	1200
28	2590	2393	1999	1845	1636	1501	1349	1313
29	2868	2509	2188	1836	1779	1480	1485	1386
30	3191	2754	2409	1988	1713	1738	1498	1376
31	3211	2959	2424	2064	2003	1737	1720	1537
32	3278	3018	2558	2201	2053	1768	1764	1710
33	3301	2915	2728	2355	2080	1887	1892	1686
34	3276	2996	2624	2367	2299	2044	1928	1797
35	3131	3088	2820	2454	2267	2146	1978	1871
36	3226	2875	2690	2547	2354	2206	2099	2041
37	3091	2992	2678	2564	2459	2155	2233	2099
38	3111	2984	2838	2561	2533	2256	2196	2212
39	2857	2833	2770	2735	2469	2445	2328	2233
40	2826	2799	2806	2762	2588	2441	2535	2314
41	2847	2812	2858	2761	2615	2654	2338	2513
42	3040	2876	2805	2803	2728	2673	2557	2553
43	2785	2969	2837	2886	2804	2781	2763	2672
44	2713	2856	3015	2896	2912	2801	2824	2827
45	2760	2836	2938	3078	3025	2937	2792	2822
46	2708	2796	2821	3012	3108	2946	2914	2806
47	2739	2714	2876	2914	3046	3125	2986	3021
48	2700	2847	2928	2948	2987	3074	3328	2985
49	2685	2739	3103	2998	2982	3009	3135	3145
50	2703	2828	2975	3164	3044	3017	3041	3225
51	2663	2796	3168	3021	3156	3130	3185	3147

ตารางที่ ก1 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศชาย ในปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2552

อายุ	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552
52	2834	2772	3083	3082	3149	3260	3287	3184
53	2821	3023	3061	3192	3231	3042	3406	3202
54	2651	2919	3123	3277	3239	3303	3302	3515
55	2744	2802	3193	3364	3227	3318	3384	3343
56	2638	2742	3005	3257	3422	3290	3451	3352
57	2558	2759	2969	3120	3200	3418	3386	3470
58	2796	2629	2877	3142	3174	3517	3559	3464
59	2686	3005	2945	3009	3171	3364	3509	3714
60	3106	2863	3114	3046	3152	3469	3374	3592
61	3086	3188	3065	3252	3160	3300	3516	3541
62	3100	3168	3476	3185	3368	3182	3470	3547
63	3478	3378	3364	3609	3353	3470	3295	3428
64	3579	3605	3565	3594	3855	3386	3578	3413
65	3559	3685	3898	3773	3805	3773	3477	3693
66	3712	3817	4049	4047	3696	3797	3999	3605
67	3688	3889	4047	4157	4116	3874	3905	4034
68	3915	3732	4026	4175	4089	4133	3991	4053
69	4020	3950	4115	4432	4197	4301	4544	4202
70	4152	4132	4245	4292	4490	4488	4369	4501
71	3707	4203	4283	4518	4469	4525	4525	4550
72	3997	3985	4403	4558	4643	4431	4724	4566
73	3948	4232	4013	4562	4620	4668	4667	4846
74	4144	3926	4341	4209	4552	4707	4829	4574
75	3582	4238	4303	4522	4237	4731	4945	4807
76	3803	3705	4455	4420	4613	4321	4867	4794
77	3326	3825	3747	4555	4360	4631	4330	4870

ตารางที่ ก1 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศชาย ในปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2552

อายุ	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552
78	3254	3529	4070	3852	4530	4352	4591	4310
79	3358	3279	3375	3961	3739	4498	4330	4449
80	2980	3428	3258	3503	3905	3760	4530	4278
81	3054	3050	3472	3360	3409	3961	3850	4290
82	2732	2993	3039	3443	3077	3351	3736	3562
83	2203	2622	2879	2991	3149	3029	3233	3610
84	2431	2045	2601	2851	2724	3204	3001	3065
85	2171	2309	2055	2632	2628	2742	2971	2830
86	2080	2196	2211	1920	2377	2549	2590	2919
87	1661	2043	2045	2145	1700	2189	2327	2312
88	1573	1493	1817	1917	1838	1543	1937	2201
89	1271	1464	1454	1689	1575	1692	1440	1739
90	1039	1154	1304	1203	1499	1426	1580	1273
91	1015	973	1010	1124	1050	1332	1301	1362
92	755	907	795	854	950	900	1112	1066
93	679	689	685	759	724	814	761	912
94	492	556	537	578	533	571	649	624
95	344	396	438	396	476	462	477	526
96	292	298	327	341	365	392	358	320
97	191	231	220	255	259	271	322	255
98	184	132	165	192	185	183	190	241
99	95	105	124	140	118	152	177	168
100	83	74	99	95	101	102	103	110
มากกว่า 100	241	229	239	252	205	243	216	236

ตารางที่ ก2 ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศชาย ในปี พ.ศ.2553 ถึง พ.ศ.2559

อายุ	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
ต่ำกว่า 1 ปี	3038	2965	2993	2643	2569	2397	2360
1	409	420	368	386	332	334	337
2	323	294	280	236	257	241	244
3	277	229	213	203	204	191	199
4	232	195	215	196	173	175	196
5	244	227	176	207	173	152	170
6	261	235	206	203	177	155	173
7	208	195	159	163	153	150	135
8	207	163	177	161	134	124	142
9	199	158	156	145	140	116	106
10	185	155	166	150	127	150	120
11	173	163	169	137	155	121	144
12	252	213	200	185	190	205	180
13	348	328	264	277	257	259	302
14	461	458	417	365	385	352	451
15	723	587	666	593	550	502	607
16	808	748	702	732	733	643	717
17	905	821	809	744	734	819	728
18	937	866	854	790	780	863	835
19	930	874	927	816	792	866	906
20	839	828	862	787	850	904	919
21	880	846	816	816	792	779	853
22	870	877	850	817	759	864	833
23	944	887	820	873	891	925	881
24	1004	945	839	844	885	875	914
25	1015	927	935	849	898	876	927

ตารางที่ ก2 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศชาย ในปี พ.ศ.2553 ถึง พ.ศ.2559

อายุ	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
26	1033	1043	923	930	892	892	943
27	1160	1047	1006	999	948	909	919
28	1271	1223	1093	1059	1066	956	928
29	1314	1291	1219	1084	1050	1061	1001
30	1398	1400	1270	1229	1108	1123	1084
31	1567	1513	1388	1343	1350	1168	1213
32	1532	1537	1511	1418	1411	1336	1282
33	1716	1650	1573	1599	1477	1365	1425
34	1760	1762	1669	1635	1623	1530	1508
35	1970	1814	1935	1733	1718	1655	1652
36	1990	1902	1942	1926	1867	1734	1801
37	2061	2008	2038	1936	2035	2045	1931
38	2216	2117	2051	2222	2098	2248	2094
39	2393	2295	2339	2205	2282	2172	2404
40	2361	2459	2334	2459	2335	2262	2298
41	2513	2500	2594	2446	2453	2511	2603
42	2549	2657	2497	2616	2587	2539	2643
43	2644	2692	2771	2711	2768	2862	2789
44	2913	2591	2886	2894	2779	2919	3062
45	2833	2975	2935	2981	3043	2987	3187
46	3119	3168	3065	2983	3267	3170	3225
47	3126	3165	3237	3237	3054	3334	3305
48	3418	3253	3302	3320	3341	3196	3566
49	3292	3460	3329	3594	3625	3584	3523
50	3517	3522	3542	3555	3642	3796	3743
51	3440	3737	3597	3594	3711	3943	3997

ตารางที่ ก2 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศชาย ในปี พ.ศ.2553 ถึง พ.ศ.2559

อายุ	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
52	3349	3677	3870	3749	3858	3999	4125
53	3420	3643	3850	3946	3940	3984	4269
54	3602	3627	3750	4046	4201	4131	4375
55	3704	3744	3713	3864	4118	4352	4276
56	3631	3812	3728	3736	4100	4280	4771
57	3754	3657	3997	4003	4161	4302	4794
58	3765	3914	3755	4078	4147	4302	4603
59	3742	3954	4070	4053	4212	4414	4552
60	3937	3910	4074	4035	4218	4573	4756
61	3940	4129	4180	4229	4332	4431	4954
62	3727	4129	4220	4355	4424	4650	4735
63	3681	3904	4099	4364	4542	4657	4971
64	3616	3980	3964	4353	4501	4666	4932
65	3646	3846	4070	4205	4586	4847	5014
66	3918	3885	3908	4242	4558	4630	5273
67	3778	4103	3940	4068	4359	4610	4956
68	4382	3893	4159	4126	4229	4761	4978
69	4183	4480	4104	4313	4251	4390	4915
70	4310	4381	4555	4130	4569	4328	4750
71	4792	4496	4467	4733	4376	4665	4792
72	4698	4819	4556	4719	4874	4542	4929
73	4687	4833	4942	4728	4744	5020	4841
74	4939	4866	4913	5037	4835	4821	5288
75	4909	5059	4811	5242	5343	5020	5198
76	5111	4818	5066	5035	5228	5388	5348
77	4971	5066	4867	5110	5162	5262	5707

ตารางที่ ก2 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศชาย ในปี พ.ศ.2553 ถึง พ.ศ.2559

อายุ	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
78	4924	5061	5004	5030	5117	5296	5603
79	4490	4917	4879	5298	4985	5263	5492
80	4668	4447	4704	5086	5112	5047	5474
81	4445	4590	4428	4828	4926	5207	5288
82	4496	4277	4354	4379	4892	5090	5505
83	3697	4214	4116	4528	4244	4716	5073
84	3640	3539	3989	4038	4197	4366	4884
85	3039	3465	3316	4023	3937	4113	4266
86	2755	2875	3125	3264	3702	3804	4111
87	2612	2423	2586	3070	2948	3649	3655
88	2123	2467	2262	2479	2742	2865	3448
89	2087	1917	2131	2229	2288	2595	2651
90	1657	1735	1600	2057	1857	2018	2440
91	1171	1436	1466	1542	1733	1701	2036
92	1228	960	1157	1372	1317	1546	1598
93	933	1005	822	1037	1124	1165	1363
94	857	731	777	682	867	986	1054
95	520	625	593	637	577	745	841
96	434	404	466	478	540	431	604
97	258	329	294	394	427	429	376
98	230	225	229	245	270	267	345
99	181	139	143	189	173	208	230
100	109	136	117	112	151	121	155
มากกว่า 100	268	258	245	276	280	307	336

ตารางที่ ก3 ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศหญิง ในปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2552

อายุ	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552
ต่ำกว่า 1 ปี	2277	2443	2661	2747	2559	2518	2589	2400
1	926	797	565	390	374	364	304	334
2	328	279	320	275	234	203	196	204
3	279	258	248	206	179	193	175	163
4	339	209	219	217	168	169	138	143
5	329	236	226	199	178	152	156	146
6	340	272	213	175	183	162	135	110
7	306	270	233	219	161	153	138	111
8	304	275	225	191	173	155	126	114
9	233	221	208	168	161	177	140	143
10	202	213	207	164	167	183	159	130
11	201	180	197	174	178	172	151	154
12	184	169	175	184	173	169	167	172
13	181	184	205	202	205	206	181	179
14	237	218	229	243	212	214	208	242
15	243	276	292	244	275	262	235	199
16	297	290	316	275	274	255	246	261
17	321	295	322	272	252	222	289	236
18	290	323	325	273	230	255	283	292
19	326	318	330	271	268	248	249	264
20	393	344	332	301	268	251	256	229
21	439	391	379	334	324	280	274	273
22	551	433	439	356	322	326	296	260
23	663	574	496	390	375	334	312	295

ตารางที่ ก3 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศหญิง ในปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2552

อายุ	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552
24	781	641	592	451	420	357	336	319
25	1046	766	704	583	468	434	386	377
26	1119	921	725	628	517	479	392	399
27	1227	964	843	660	548	510	530	414
28	1343	1126	906	755	637	582	495	449
29	1396	1194	1010	796	792	614	551	488
30	1361	1172	1039	849	709	703	588	559
31	1444	1237	1120	857	747	711	695	565
32	1270	1225	1112	903	776	776	688	641
33	1348	1140	1116	969	819	774	719	677
34	1279	1190	1088	936	883	798	764	728
35	1182	1252	1098	969	938	834	780	783
36	1265	1170	1083	1006	969	927	860	770
37	1240	1170	1144	1062	994	923	941	852
38	1242	1224	1184	1076	998	954	909	925
39	1176	1192	1143	1094	1007	1050	974	883
40	1270	1207	1255	1176	1146	992	988	1000
41	1223	1267	1162	1176	1117	1162	995	1037
42	1276	1223	1292	1184	1202	1247	1147	1047
43	1282	1331	1247	1229	1262	1255	1202	1192
44	1218	1246	1303	1290	1340	1223	1326	1288
45	1351	1344	1322	1315	1311	1350	1291	1315
46	1349	1358	1347	1419	1447	1353	1438	1261
47	1474	1414	1487	1422	1414	1471	1411	1376

ตารางที่ ก3 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศหญิง ในปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2552

อายุ	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552
48	1427	1545	1534	1477	1500	1470	1563	1438
49	1574	1492	1657	1550	1508	1521	1514	1566
50	1550	1609	1697	1690	1621	1647	1564	1640
51	1587	1656	1674	1658	1745	1689	1681	1627
52	1695	1632	1732	1790	1737	1830	1711	1658
53	1667	1815	1778	1774	1877	1834	2006	1794
54	1633	1701	1895	1829	1959	1875	1887	1896
55	1756	1667	1919	2067	1842	1902	2053	1883
56	1632	1761	1952	2041	2078	2037	2117	1959
57	1673	1673	2033	1992	2058	2219	2131	2078
58	1880	1837	1989	2064	2031	2188	2217	2169
59	1746	1918	2045	2009	2155	2157	2275	2365
60	2110	1945	2133	2056	2161	2223	2292	2317
61	2106	2184	2189	2273	2138	2239	2391	2330
62	2278	2184	2558	2297	2339	2292	2281	2399
63	2439	2269	2521	2648	2283	2442	2399	2487
64	2640	2459	2564	2570	2727	2403	2525	2528
65	2665	2665	2813	2773	2720	2738	2596	2623
66	2885	2842	3014	3061	2837	2869	2917	2680
67	2981	3105	3182	3159	3138	2971	2972	3078
68	3091	3201	3521	3265	3321	3305	3113	3063
69	3322	3352	3318	3699	3568	3378	3476	3207
70	3442	3591	3583	3613	3915	3665	3671	3492
71	3291	3610	3900	3949	3817	3906	3711	3689

ตารางที่ ก3 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศหญิง ในปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2552

อายุ	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552
72	3308	3465	3915	3961	4152	3881	4255	3920
73	3308	3605	3848	4179	4169	4324	4092	4232
74	3726	3509	3766	3916	4215	4446	4514	4168
75	3478	3897	3858	4044	4193	4395	4716	4448
76	3726	3652	4245	4206	4223	4320	4711	4674
77	3340	3888	3847	4523	4250	4562	4633	4729
78	3333	3539	4281	4062	4487	4337	4663	4691
79	3440	3524	3823	4430	4128	4737	4522	4592
80	3312	3800	3645	3940	4281	4293	4958	4664
81	3503	3395	3941	3878	3876	4640	4355	4891
82	3309	3663	3629	4096	3832	4053	4432	4398
83	2710	3322	3639	3748	3985	3878	4250	4512
84	3186	2831	3447	3811	3742	4100	4031	4032
85	3044	3233	2865	3467	3647	3732	3898	3756
86	3151	2898	3199	2789	3136	3595	3550	3744
87	2530	3053	2932	3142	2586	3266	3487	3336
88	2525	2348	2999	2919	2887	2507	3074	3273
89	2109	2426	2220	2844	2574	2781	2327	2908
90	1899	2048	2276	2098	2506	2524	2573	2179
91	1788	1628	1816	2018	1916	2269	2252	2208
92	1332	1611	1488	1690	1815	1727	2061	1930
93	1264	1219	1365	1393	1395	1610	1538	1796
94	995	1110	1056	1224	1104	1196	1289	1280
95	753	824	862	909	994	939	979	1120

ตารางที่ ก3 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศหญิง ในปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2552

อายุ	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552
96	634	644	718	755	680	855	808	823
97	449	533	525	581	598	557	658	648
98	373	336	413	417	408	458	450	498
99	231	303	266	310	290	335	374	348
100	192	182	213	199	227	244	244	287
มากกว่า 100	513	531	585	621	590	617	667	647



ตารางที่ ก4 ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศหญิง ในปี พ.ศ.2553 ถึง พ.ศ.2559

อายุ	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
ต่ำกว่า 1 ปี	2321	2312	2428	2112	2046	1824	1873
1	335	289	325	286	278	246	235
2	220	198	147	182	185	195	160
3	161	141	148	123	121	133	135
4	163	141	131	128	112	105	121
5	145	140	124	115	117	98	93
6	136	131	123	115	111	94	102
7	112	111	134	111	98	95	86
8	148	124	117	110	103	98	106
9	125	132	104	111	106	84	112
10	119	124	120	105	96	109	106
11	124	114	103	106	106	109	107
12	146	130	142	121	119	108	135
13	150	186	170	162	135	138	136
14	225	189	196	160	185	165	175
15	274	281	248	219	218	201	199
16	276	246	229	260	222	204	204
17	264	223	274	238	225	217	237
18	249	244	250	253	245	255	242
19	245	250	252	261	242	266	278
20	284	244	268	236	258	271	250
21	279	245	255	277	256	247	307
22	259	239	258	266	255	257	247
23	278	259	238	280	236	246	250

ตารางที่ ก4 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศหญิง ในปี พ.ศ.2553 ถึง พ.ศ.2559

อายุ	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
24	334	288	248	257	243	246	243
25	357	271	274	304	262	314	303
26	366	344	311	302	282	291	262
27	418	361	371	296	313	279	285
28	433	406	361	339	343	280	314
29	436	394	430	424	338	348	332
30	487	457	443	421	412	382	371
31	507	503	520	470	396	414	373
32	618	571	508	492	496	448	411
33	696	592	548	532	548	513	472
34	663	674	584	560	587	526	523
35	741	667	706	611	624	590	611
36	778	704	657	682	622	629	670
37	815	750	712	696	749	738	675
38	885	811	803	770	744	755	735
39	926	914	844	813	825	783	851
40	947	979	942	891	909	855	841
41	1077	1001	994	955	952	880	922
42	1127	1077	997	1029	1064	1017	892
43	1158	1153	1163	1137	1132	1085	1064
44	1298	1243	1264	1211	1217	1273	1168
45	1363	1320	1227	1281	1283	1201	1324
46	1353	1464	1387	1322	1398	1345	1342
47	1421	1480	1529	1422	1469	1551	1561

ตารางที่ ก4 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศหญิง ในปี พ.ศ.2553 ถึง พ.ศ.2559

อายุ	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
48	1460	1483	1581	1534	1546	1511	1526
49	1614	1631	1582	1636	1724	1705	1572
50	1722	1665	1685	1697	1755	1805	1841
51	1724	1824	1755	1773	1702	1859	1919
52	1760	1792	1856	1791	1930	1893	1984
53	1780	1872	1956	2012	1935	2026	2079
54	1902	1906	2013	1972	2116	2030	2146
55	2189	1996	1982	1997	2065	2183	2189
56	1998	2155	2104	2110	2091	2163	2446
57	2206	2136	2277	2166	2205	2182	2501
58	2274	2180	2171	2346	2366	2238	2471
59	2286	2264	2470	2424	2613	2451	2568
60	2460	2496	2500	2560	2539	2748	2771
61	2566	2624	2505	2613	2714	2660	2939
62	2522	2676	2823	2680	2814	2925	2908
63	2608	2553	2830	2982	2883	3018	3215
64	2530	2730	2713	3024	3112	3126	3230
65	2568	2676	2762	2874	3267	3354	3446
66	2846	2725	2725	3050	3081	3418	3601
67	2908	2917	2828	2998	3358	3278	3628
68	3239	2811	3122	3015	3155	3403	3500
69	3300	3418	3082	3224	3150	3378	3661
70	3517	3408	3577	3171	3584	3470	3739
71	3710	3647	3462	3713	3564	3782	3675

ตารางที่ ก4 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศหญิง ในปี พ.ศ.2553 ถึง พ.ศ.2559

อายุ	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
72	4033	4055	3684	3804	4074	3683	3889
73	4064	4183	4265	4007	4136	4296	3955
74	4558	4272	4429	4341	4187	4388	4647
75	4562	4752	4450	4631	4680	4503	4662
76	4858	4781	4951	4920	4998	4872	4897
77	5044	5077	4677	5237	5027	5112	5206
78	4935	5188	5273	4987	5366	5279	5439
79	4874	5201	5244	5397	5335	5688	5658
80	5065	5030	5139	5410	5586	5505	6083
81	4883	5103	5057	5397	5747	5802	5967
82	5113	4860	5127	5183	5608	5780	6196
83	4549	5164	4982	5261	5290	5685	6059
84	4725	4536	5088	5069	5215	5382	6095
85	4164	4609	4305	5218	5040	5277	5777
86	3802	3987	4270	4500	5119	4961	5522
87	3808	3733	3637	4331	4339	5254	5141
88	3358	3657	3398	3705	4163	4376	5077
89	3116	3109	3337	3319	3576	4055	4266
90	2713	2943	2780	3150	3108	3344	4005
91	2022	2492	2452	2541	2989	2884	3311
92	2252	1817	2097	2366	2387	2662	2736
93	1856	1897	1451	1937	2166	2159	2573
94	1689	1522	1570	1408	1724	1859	1926
95	1045	1347	1226	1373	1204	1470	1665

ตารางที่ ก4 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศหญิง ในปี พ.ศ.2553 ถึง พ.ศ.2559

อายุ	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
96	951	794	979	1017	1080	982	1379
97	670	756	692	856	851	933	862
98	510	536	536	515	641	677	818
99	426	343	384	414	449	562	579
100	287	312	286	302	336	313	396
มากกว่า 100	669	715	666	717	740	798	861



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ข
จำนวนประชากรกลางปีของเพศชาย และเพศหญิง ในปี
พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ.2559



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ข1 จำนวนประชากรกลางปีของเพศชาย ในปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ.2552

อายุ	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552
ต่ำกว่า 1 ปี	371,193	363,864	376,965	394,991	392,355	386,732	381,621	380,912
1	411,078	399,852	399,505	406,498	410,496	406,070	405,110	401,732
2	424,590	413,497	402,761	402,462	408,012	412,197	407,348	406,143
3	440,970	425,684	414,701	404,715	403,625	409,348	412,882	407,608
4	474,954	441,860	427,050	416,885	405,761	404,884	409,963	412,965
5	498,875	475,553	442,031	428,365	417,858	406,850	405,387	409,935
6	501,634	499,640	476,093	443,398	429,079	418,723	407,263	405,308
7	492,752	502,417	500,641	477,549	444,070	429,921	419,087	407,194
8	487,424	493,396	503,871	502,298	478,089	444,711	430,158	418,985
9	492,881	487,962	493,734	504,528	502,937	478,776	445,010	430,064
10	495,813	493,244	487,898	493,927	505,212	503,503	478,776	444,867
11	491,521	495,929	492,794	488,029	494,520	505,819	503,657	478,709
12	478,340	492,106	496,381	493,462	488,629	495,145	506,025	503,666
13	464,072	478,960	492,229	496,661	493,977	489,123	495,347	506,015
14	457,997	465,078	479,436	492,285	497,056	494,360	489,111	495,154
15	465,492	458,593	464,524	479,210	492,785	497,431	494,464	489,041
16	484,984	465,467	458,084	464,469	479,275	492,710	497,171	494,066
17	496,990	483,868	464,621	458,050	464,189	478,917	492,175	496,610
18	504,984	495,435	482,577	464,323	457,506	463,681	478,209	491,313
19	520,840	503,697	493,944	481,643	463,618	456,608	462,646	477,404
20	530,335	518,562	500,428	491,705	479,910	461,304	454,344	461,396
21	529,790	521,419	510,593	493,861	484,502	473,750	455,086	447,385
22	543,743	534,703	524,651	512,998	496,521	487,608	475,850	458,402
23	535,696	540,147	529,814	522,554	511,459	493,207	484,200	473,822

ตารางที่ ข1 (ต่อ) จำนวนประชากรกลางปีของเพศชาย ในปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ.2552

อายุ	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552
24	541,877	534,031	538,803	530,005	521,994	509,830	492,491	485,301
25	555,662	540,222	531,755	537,269	529,065	519,939	508,245	492,439
26	548,618	552,841	536,129	529,217	536,022	526,780	518,063	507,806
27	547,787	545,651	549,168	534,025	527,852	533,724	524,855	517,414
28	548,067	545,039	539,595	544,261	532,598	525,396	531,585	523,987
29	552,336	544,329	539,986	536,252	542,426	530,020	523,184	530,473
30	565,069	549,294	540,127	536,620	534,345	539,600	527,439	521,884
31	563,146	561,118	543,535	536,047	534,606	531,286	536,728	525,900
32	553,117	559,546	556,020	539,586	533,554	531,130	528,320	535,115
33	558,230	549,560	554,632	551,899	537,162	530,135	527,835	526,541
34	555,845	554,781	544,440	550,167	549,355	533,428	526,575	525,890
35	537,679	551,807	549,034	539,995	547,392	545,255	529,413	524,385
36	535,028	535,004	547,968	545,051	537,076	542,987	540,857	526,890
37	538,167	531,530	529,134	542,668	542,072	532,648	538,478	538,131
38	522,224	534,702	526,726	524,816	539,558	537,431	527,927	535,473
39	502,362	518,345	529,172	522,184	521,768	534,751	532,413	524,873
40	486,441	499,821	514,667	525,091	518,961	516,806	529,415	529,098
41	475,258	483,304	494,388	509,518	521,785	514,002	511,500	525,935
42	466,628	472,539	479,380	490,115	506,138	516,629	508,544	507,981
43	438,040	463,044	467,181	474,523	486,680	500,811	511,034	504,980
44	414,196	434,771	458,625	462,964	470,982	481,508	495,137	507,091
45	411,138	411,991	431,219	454,130	459,351	465,844	475,927	491,258
46	402,471	407,671	406,423	426,002	450,382	454,014	460,189	471,986
47	369,581	399,254	403,390	402,336	422,355	445,118	448,373	456,268

ตารางที่ ข1 (ต่อ) จำนวนประชากรกลางปีของเพศชาย ในปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ.2552

อายุ	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552
48	344,508	367,576	396,252	399,668	398,838	417,121	439,148	444,097
49	335,117	342,676	364,226	391,929	396,110	393,793	411,355	434,794
50	315,674	332,287	338,360	359,914	388,333	390,987	388,215	407,172
51	303,268	313,207	329,184	334,985	356,436	383,130	385,191	383,930
52	290,964	300,782	309,879	325,416	331,522	351,168	377,064	380,804
53	266,969	287,920	296,822	306,098	322,007	326,649	345,472	372,393
54	246,889	264,476	285,014	293,539	302,651	317,055	321,220	340,945
55	229,050	244,444	260,947	280,929	289,997	297,852	311,648	316,781
56	206,695	226,412	240,680	256,866	277,308	285,145	292,555	307,218
57	200,467	204,373	223,184	236,914	253,346	272,545	279,914	288,168
58	191,090	197,887	200,843	219,250	233,451	248,624	267,190	275,468
59	187,622	188,385	194,452	197,287	215,823	228,837	243,437	262,761
60	188,001	185,243	185,311	190,743	194,008	211,221	223,694	239,314
61	174,290	184,079	180,141	181,012	187,372	189,568	206,128	219,561
62	173,524	171,755	181,441	177,004	177,501	183,022	184,864	201,991
63	172,717	170,065	167,232	176,897	173,380	172,933	178,090	180,981
64	162,743	169,120	166,080	163,314	172,939	168,751	168,088	173,968
65	154,373	159,204	164,929	161,813	159,329	167,946	163,617	163,920
66	145,208	150,981	154,969	160,350	157,782	154,448	162,474	159,136
67	137,422	141,139	146,078	150,240	155,961	152,545	148,997	157,768
68	130,688	134,269	137,633	141,777	145,886	150,672	146,884	144,216
69	124,276	126,553	129,003	132,364	137,266	140,442	144,734	141,905
70	112,140	120,298	122,367	124,508	127,741	131,734	134,503	139,482
71	100,813	108,087	115,415	117,504	119,915	122,152	125,764	129,309

ตารางที่ ข1 (ต่อ) จำนวนประชากรกลางปีของเพศชาย ในปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ.2552

อายุ	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552
72	94,135	97,403	104,084	110,708	112,775	114,435	116,193	120,270
73	88,759	90,241	92,611	99,040	105,899	107,221	108,471	110,714
74	79,096	85,065	86,268	88,305	94,560	100,387	101,268	103,103
75	69,119	75,223	80,385	81,660	83,923	89,291	94,527	95,892
76	62,390	65,939	71,646	76,121	77,275	79,057	83,857	89,074
77	51,695	58,878	61,714	67,034	71,664	72,370	73,910	78,672
78	48,000	48,682	55,080	57,618	62,842	66,836	67,281	68,987
79	42,985	44,838	45,165	51,100	53,723	58,201	61,748	62,556
80	37,577	40,004	41,500	41,692	47,252	49,518	53,567	56,955
81	34,131	34,786	36,741	37,998	38,347	42,992	44,990	49,149
82	26,009	31,321	31,593	33,294	34,692	34,806	38,862	40,900
83	22,389	23,802	28,394	28,486	30,160	31,232	31,222	35,042
84	21,499	20,450	21,521	25,511	25,699	26,835	27,648	27,894
85	19,576	19,327	18,072	18,945	22,721	22,633	23,546	24,505
86	15,882	17,586	17,177	15,969	16,750	19,753	19,537	20,519
87	12,588	14,085	15,363	14,911	14,015	14,435	16,938	16,914
88	11,067	11,175	12,299	13,276	12,983	12,061	12,302	14,565
89	8,608	9,693	9,547	10,512	11,565	11,031	10,118	10,464
90	7,868	7,298	8,084	8,148	8,994	9,681	9,142	8,507
91	6,667	6,614	5,764	6,684	7,015	7,372	7,805	7,580
92	5,319	5,509	5,166	4,651	5,654	5,749	5,917	6,384
93	4,685	4,394	4,219	4,075	3,871	4,530	4,554	4,907
94	3,763	3,878	3,347	3,387	3,454	3,121	3,587	3,713
95	3,509	3,093	2,888	2,619	2,885	2,799	2,428	2,939

ตารางที่ ข1 (ต่อ) จำนวนประชากรกลางปีของเพศชาย ในปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ.2552

อายุ	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552
96	3,016	2,975	2,350	2,313	2,235	2,307	2,165	1,978
97	2,591	2,499	2,237	1,867	1,992	1,826	1,813	1,764
98	2,338	2,190	1,794	1,689	1,632	1,636	1,435	1,509
99	1,937	1,919	1,585	1,434	1,502	1,332	1,276	1,197
100	1,914	1,640	1,425	1,246	1,256	1,226	1,036	1,009
มากกว่า 100	15,543	14,548	11,505	10,152	10,373	10,195	9,152	6,429



ตารางที่ ข2 จำนวนประชากรกลางปีของเพศชาย ในปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ.2559

อายุ	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
ต่ำกว่า 1 ปี	378,074	380,630	385,450	372,130	355,830	343,374	328,101
1	396,020	388,794	389,248	399,851	390,648	373,288	358,933
2	403,343	397,612	390,422	391,280	402,143	392,985	375,699
3	406,922	404,281	398,612	391,434	392,465	403,659	394,635
4	408,156	407,545	404,853	399,163	392,032	393,267	404,552
5	413,246	408,480	407,899	405,198	399,499	392,433	393,734
6	410,091	413,403	408,578	407,904	405,184	399,699	392,712
7	405,568	410,359	413,544	408,727	408,029	405,366	399,973
8	407,284	405,679	410,466	413,587	408,766	408,179	405,599
9	419,139	407,482	405,774	410,406	413,490	408,874	408,410
10	430,218	419,327	407,610	405,858	410,493	413,599	409,092
11	445,008	430,434	419,484	407,632	405,835	410,568	413,781
12	478,887	445,175	430,519	419,435	407,588	405,892	410,725
13	503,835	479,055	445,204	430,368	419,283	407,594	405,971
14	505,963	503,733	478,924	445,079	430,232	419,167	407,513
15	495,257	506,034	503,602	478,509	444,608	430,047	419,026
16	488,689	494,857	505,603	503,071	477,957	444,247	429,751
17	493,546	488,091	494,297	504,962	502,321	477,356	443,782
18	495,884	492,875	487,319	493,461	504,061	501,472	476,691
19	490,668	495,192	491,993	486,313	492,392	503,127	500,758
20	476,842	490,239	494,652	491,283	485,667	491,990	502,766
21	454,206	469,171	480,562	484,482	481,232	475,317	482,266
22	451,834	456,572	470,952	484,898	488,941	485,567	480,330
23	456,215	448,844	454,309	468,642	481,321	485,956	483,236

ตารางที่ ข2 (ต่อ) จำนวนประชากรกลางปีของเพศชาย ในปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ.2559

อายุ	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
24	474,753	457,008	450,031	455,737	469,808	482,614	487,132
25	485,205	474,515	456,779	450,104	455,892	469,968	482,729
26	492,166	484,805	474,018	456,052	449,414	455,727	469,695
27	507,197	491,593	484,177	473,515	455,619	449,018	455,238
28	516,623	506,504	490,916	483,067	472,359	455,052	448,416
29	522,994	515,681	505,544	490,196	482,393	471,655	454,309
30	529,403	521,964	514,634	504,287	489,035	481,558	470,735
31	520,656	528,252	520,770	513,515	503,235	488,101	480,612
32	524,600	519,457	526,990	519,417	512,167	502,151	487,062
33	533,792	523,325	518,046	525,667	518,206	511,037	501,036
34	525,274	532,559	521,864	516,385	523,909	516,828	509,768
35	524,252	523,740	530,938	520,443	515,028	522,450	515,403
36	522,700	522,709	521,961	528,954	518,508	513,393	520,848
37	524,900	520,937	520,889	519,980	526,947	516,706	511,660
38	535,947	522,972	518,986	518,715	517,770	524,899	514,682
39	533,182	533,786	520,774	516,674	516,428	515,681	522,723
40	522,524	530,965	531,516	518,261	514,145	514,233	513,470
41	526,539	520,182	528,517	528,299	515,081	511,762	511,843
42	523,272	524,010	517,720	525,042	524,773	512,614	509,260
43	505,303	520,626	521,333	514,787	522,056	522,131	509,935
44	502,009	502,633	517,952	517,973	511,481	519,339	519,284
45	504,068	499,214	499,854	514,434	514,425	508,593	516,371
46	488,088	501,003	496,212	496,484	510,984	511,378	505,562
47	468,699	484,889	497,841	492,373	492,629	507,780	508,124

ตารางที่ ข2 (ต่อ) จำนวนประชากรกลางปีของเพศชาย ในปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ.2559

อายุ	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
48	452,891	465,441	481,645	494,280	488,916	489,483	504,453
49	440,653	449,551	462,081	477,032	489,620	485,457	485,965
50	431,165	437,094	446,070	458,253	473,062	485,951	481,854
51	403,514	427,500	433,501	441,105	453,221	469,255	482,038
52	380,408	399,913	423,734	429,251	436,862	449,354	465,196
53	376,911	376,718	396,127	418,883	424,396	432,941	445,230
54	368,192	373,087	372,975	390,993	413,558	420,365	428,830
55	336,859	364,106	369,199	369,060	386,855	409,339	416,106
56	312,800	332,885	360,084	362,578	362,376	382,661	404,847
57	303,151	308,985	328,879	338,982	341,526	358,147	378,129
58	284,230	299,204	305,103	306,067	316,098	337,426	353,709
59	271,682	280,521	295,293	306,235	307,352	312,336	333,230
60	259,054	267,929	276,724	287,460	298,196	303,171	308,065
61	235,539	255,081	263,955	273,542	284,076	293,724	298,573
62	215,840	231,637	250,936	263,115	272,590	279,650	289,122
63	198,325	211,956	227,623	245,171	257,158	267,994	274,871
64	177,376	194,486	208,022	228,815	245,998	252,509	263,124
65	170,210	173,650	190,495	208,086	228,631	241,355	247,683
66	160,120	166,365	169,799	188,415	205,650	223,821	236,307
67	155,024	156,173	162,375	168,751	186,990	200,990	218,766
68	153,441	150,964	152,194	162,181	168,451	182,440	196,153
69	139,881	149,008	146,740	146,041	155,773	163,905	177,518
70	137,288	135,463	144,466	147,951	147,384	151,354	159,191
71	134,603	132,656	131,046	135,084	138,515	142,861	146,699

ตารางที่ ข2 (ต่อ) จำนวนประชากรกลางปีของเพศชาย ในปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ.2559

อายุ	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
72	124,361	129,751	128,027	130,343	134,257	133,858	137,998
73	115,224	119,468	124,893	122,851	125,072	129,418	129,071
74	105,768	110,334	114,577	119,765	117,876	120,221	124,354
75	98,018	100,695	105,340	110,916	115,983	112,942	115,174
76	90,698	92,958	95,833	101,813	107,131	110,622	107,726
77	83,850	85,723	88,060	91,517	97,239	101,781	105,098
78	73,768	78,762	80,702	85,462	88,851	91,989	96,275
79	64,365	68,937	73,819	76,137	80,696	83,621	86,515
80	57,954	59,825	64,316	71,526	73,763	75,565	78,227
81	52,391	53,450	55,435	60,490	67,194	68,623	70,297
82	44,859	47,913	49,152	53,755	58,470	62,058	63,295
83	37,052	40,827	43,783	45,503	49,729	53,514	56,758
84	31,454	33,401	37,048	41,770	43,424	45,395	48,700
85	24,828	28,092	30,007	33,465	37,680	39,129	40,889
86	21,510	21,954	25,011	29,293	32,403	33,750	35,067
87	17,882	18,907	19,414	22,436	26,302	28,765	29,850
88	14,652	15,559	16,564	18,489	21,126	23,133	25,235
89	12,458	12,636	13,531	15,155	16,841	18,428	20,196
90	8,864	10,623	10,936	11,975	13,327	14,551	15,898
91	7,175	7,545	9,163	10,161	10,983	11,438	12,422
92	6,290	6,064	6,472	8,039	8,837	9,358	9,687
93	5,360	5,283	5,142	5,916	7,263	7,515	7,886
94	4,086	4,515	4,521	4,957	5,592	6,156	6,305
95	3,122	3,478	3,890	3,774	4,109	4,749	5,195

ตารางที่ ข2 (ต่อ) จำนวนประชากรกลางปีของเพศชาย ในปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ.2559

อายุ	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
96	2,501	2,673	3,006	3,639	3,500	3,502	4,030
97	1,669	2,160	2,345	2,579	3,100	3,033	3,031
98	1,501	1,432	1,915	2,429	2,601	2,722	2,659
99	1,308	1,320	1,283	1,659	2,117	2,339	2,425
100	1,004	1,182	1,191	1,374	1,718	1,897	2,104
มากกว่า 100	4,777	5,299	6,110	6,946	7,888	8,969	5,954



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ข3 จำนวนประชากรกลางปีของเทศหญิง ในปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ.2552

อายุ	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552
ต่ำกว่า 1 ปี	349,115	342,094	355,152	372,846	369,380	367,744	363,247	358,278
1	387,691	376,521	376,273	383,445	387,921	382,253	381,008	378,618
2	400,478	390,158	379,427	379,342	385,190	389,340	383,678	382,602
3	415,976	401,736	391,678	381,667	380,658	386,237	390,220	384,606
4	449,009	417,236	403,481	394,101	382,903	381,667	386,962	390,804
5	471,632	449,947	417,693	404,985	395,314	383,904	382,407	387,469
6	475,361	472,357	450,659	419,344	405,871	396,106	384,481	382,762
7	466,996	476,498	473,910	452,441	420,203	406,644	396,632	384,862
8	461,913	467,697	477,741	475,415	453,125	420,740	406,997	396,913
9	468,180	462,455	468,137	478,491	476,153	453,598	420,971	407,225
10	470,325	468,463	462,293	468,472	479,244	476,693	453,843	421,173
11	466,516	470,844	468,611	462,765	469,153	479,753	476,910	453,987
12	454,707	467,307	471,120	469,146	463,460	469,713	480,135	477,205
13	441,015	455,630	467,780	471,758	469,912	464,056	470,079	480,421
14	436,959	442,165	456,393	468,159	472,339	470,335	464,253	470,260
15	445,953	438,359	442,480	456,724	469,113	473,132	470,851	464,633
16	464,985	446,376	438,107	442,774	457,408	469,636	473,457	471,116
17	477,811	464,683	446,578	439,069	443,291	457,707	469,795	473,694
18	487,609	477,200	464,461	447,361	439,396	443,505	457,776	469,874
19	504,902	487,394	476,910	464,667	447,486	439,291	443,343	457,896
20	515,386	504,308	486,293	476,961	465,206	447,718	439,573	443,859
21	522,481	514,905	503,333	486,321	477,188	465,059	447,800	440,045
22	531,055	521,853	513,727	502,886	486,401	476,959	464,964	448,169
23	526,744	529,837	519,843	512,927	502,694	485,763	476,531	465,208

ตารางที่ ข3 (ต่อ) จำนวนประชากรกลางปีของเพศหญิง ในปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ.2552

อายุ	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552
24	534,526	525,452	528,335	519,535	512,736	501,916	485,212	476,717
25	548,372	534,095	524,460	527,723	519,288	511,902	501,322	485,341
26	543,531	546,491	530,801	522,819	527,286	518,305	511,235	501,420
27	546,264	542,030	544,695	530,142	522,405	526,256	517,457	511,204
28	549,329	545,266	539,986	543,344	529,621	521,281	525,330	517,344
29	556,893	547,093	541,724	538,043	542,613	528,346	520,175	525,074
30	574,570	555,670	545,193	540,380	537,262	541,104	526,942	519,711
31	574,706	572,549	551,900	542,753	539,535	535,576	539,491	526,388
32	566,075	572,607	569,529	550,020	541,793	537,734	533,714	538,738
33	575,376	564,924	570,235	567,467	548,921	539,753	535,701	532,868
34	573,616	573,673	561,499	567,636	566,321	546,728	537,593	534,739
35	557,417	571,680	570,389	559,199	566,409	563,955	544,238	536,469
36	557,225	556,891	569,904	568,150	557,801	563,848	561,310	543,023
37	562,386	555,680	553,060	566,479	566,719	555,047	560,908	559,895
38	544,823	560,842	552,917	550,638	564,918	563,903	552,049	559,421
39	520,259	542,978	557,716	550,484	549,165	561,850	560,619	550,508
40	504,232	519,904	541,539	555,439	548,888	546,075	558,425	558,881
41	495,607	502,561	515,862	538,019	553,883	545,824	542,556	556,593
42	488,126	494,533	500,688	513,781	536,404	550,733	542,301	540,702
43	459,256	486,559	491,522	497,941	512,069	533,098	547,033	540,351
44	437,442	457,674	483,946	489,207	496,321	508,899	529,383	544,878
45	436,189	436,900	456,214	481,655	487,543	493,213	505,245	527,156
46	430,561	434,410	433,240	453,004	479,847	484,381	489,618	503,109
47	396,875	429,329	432,422	431,378	451,226	476,542	480,599	487,355

ตารางที่ ข3 (ต่อ) จำนวนประชากรกลางปีของเพศหญิง ในปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ.2552

อายุ	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552
48	369,310	396,103	427,690	430,429	429,563	447,996	472,792	478,387
49	360,050	369,305	395,346	425,711	428,526	426,424	444,395	470,408
50	340,001	358,644	366,564	392,759	423,823	425,361	422,880	442,073
51	326,547	338,921	357,522	365,256	390,826	420,434	421,572	420,433
52	314,173	325,574	337,539	355,797	363,436	387,447	416,362	418,946
53	287,371	312,838	323,759	335,743	353,879	360,158	383,321	413,166
54	265,095	286,150	311,238	322,015	333,799	350,565	356,302	380,189
55	247,952	264,488	285,016	309,239	320,067	330,694	346,730	353,216
56	224,963	246,575	262,029	282,325	307,074	316,822	326,809	343,534
57	216,289	223,887	245,121	260,154	280,248	303,654	312,850	323,763
58	206,875	215,025	221,951	242,710	257,971	276,977	299,747	309,773
59	205,786	205,661	213,209	219,768	240,612	254,816	273,310	296,876
60	206,548	204,688	203,974	210,871	217,709	237,505	251,184	270,656
61	194,161	204,207	201,463	201,224	208,661	214,766	233,996	248,528
62	192,710	192,908	203,291	199,892	199,003	205,660	211,334	231,314
63	193,382	190,682	189,957	200,200	197,465	195,880	202,085	208,641
64	185,700	191,371	188,749	187,733	197,586	194,222	192,335	199,185
65	179,797	183,397	188,703	186,126	185,069	194,062	190,487	189,378
66	170,993	177,782	181,186	185,985	183,340	181,562	190,054	187,271
67	160,240	168,075	174,292	177,917	183,011	179,667	177,496	186,581
68	155,549	158,330	166,091	171,487	174,731	179,058	175,454	173,929
69	149,147	152,524	154,482	162,145	167,999	170,594	174,579	171,742
70	137,806	145,915	149,441	151,428	158,529	163,770	166,037	170,468
71	125,843	134,799	142,617	145,888	147,721	154,113	159,053	161,899

ตารางที่ ข3 (ต่อ) จำนวนประชากรกลางปีของเพศหญิง ในปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ.2552

อายุ	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552
72	115,558	123,103	131,573	138,755	141,996	143,446	149,414	154,550
73	111,210	112,654	119,479	127,499	134,766	137,456	138,629	144,792
74	101,563	108,071	109,436	115,778	123,496	130,227	132,615	134,011
75	90,696	97,993	104,135	105,689	111,872	119,043	125,255	127,698
76	82,596	87,769	95,061	100,525	101,767	107,589	114,237	120,230
77	69,460	79,227	83,762	90,794	96,445	97,596	102,884	109,185
78	64,585	66,764	75,889	79,877	86,779	92,195	93,081	97,935
79	58,515	61,380	63,041	71,684	75,831	82,470	87,547	88,335
80	52,702	55,388	58,046	59,533	67,640	71,662	77,818	82,427
81	48,725	49,688	52,084	54,388	55,877	63,279	66,997	72,925
82	38,081	45,501	46,133	48,312	50,638	52,041	58,857	62,287
83	33,376	35,397	42,162	42,632	44,681	46,845	47,993	54,204
84	32,311	31,112	32,845	38,669	39,036	40,841	42,769	43,787
85	30,336	29,414	27,848	29,521	35,143	35,384	36,951	38,656
86	25,243	27,701	26,830	25,191	26,639	31,504	31,635	33,165
87	19,994	22,620	24,668	23,906	22,590	23,745	27,884	27,960
88	17,716	18,006	20,233	21,818	21,164	19,912	20,841	24,462
89	14,058	15,583	15,551	17,569	19,201	18,453	17,243	18,029
90	12,813	12,053	13,245	13,396	15,167	16,448	15,742	14,716
91	10,860	10,926	9,885	11,126	11,496	12,717	13,742	13,321
92	8,637	9,033	8,744	8,101	9,363	9,579	10,468	11,418
93	7,565	7,166	7,063	6,986	6,744	7,664	7,730	8,621
94	6,043	6,236	5,561	5,721	5,864	5,522	6,228	6,285
95	5,683	4,968	4,800	4,391	4,740	4,775	4,433	5,046

ตารางที่ ข3 (ต่อ) จำนวนประชากรกลางปีของเพศหญิง ในปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ.2552

อายุ	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552
96	4,770	4,798	3,799	3,804	3,682	3,820	3,766	3,545
97	3,757	3,880	3,647	3,015	3,208	3,013	3,014	2,948
98	3,343	3,172	2,878	2,793	2,549	2,602	2,367	2,434
99	2,803	2,735	2,318	2,306	2,425	2,060	2,016	1,886
100	2,737	2,335	2,033	1,818	1,971	1,969	1,600	1,568
มากกว่า 100	21,599	20,227	16,052	14,137	14,366	14,269	12,868	9,072



ตารางที่ ข4 จำนวนประชากรกลางปีของเพศหญิง ในปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ.2559

อายุ	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
ต่ำกว่า 1 ปี	356,231	359,024	363,302	350,654	335,325	324,707	310,658
1	372,906	366,629	367,294	377,095	368,345	351,955	339,577
2	380,347	374,712	368,441	369,341	379,367	370,707	354,392
3	383,626	381,422	375,817	369,561	370,603	380,966	372,473
4	385,291	384,349	382,068	376,477	370,282	371,489	381,968
5	391,208	385,699	384,718	382,454	376,842	370,693	372,012
6	387,741	391,443	385,937	384,919	382,610	377,079	370,991
7	383,167	388,136	391,713	386,126	385,081	382,871	377,412
8	385,125	383,430	388,309	391,833	386,284	385,297	383,141
9	397,217	385,450	383,603	388,313	391,826	386,464	385,566
10	407,470	397,502	385,632	383,736	388,421	391,969	386,702
11	421,393	407,781	397,738	385,725	383,778	388,533	392,175
12	454,268	421,672	407,980	397,808	385,750	383,914	388,748
13	477,558	454,613	421,884	408,041	397,819	385,901	384,123
14	480,598	477,667	454,676	421,924	408,052	397,868	386,003
15	470,780	481,082	477,883	454,658	421,835	408,134	398,034
16	464,853	470,934	481,195	477,818	454,558	421,924	408,292
17	471,271	464,908	470,899	480,990	477,635	454,560	422,008
18	473,781	471,219	464,749	470,611	480,645	477,353	454,416
19	469,995	473,799	471,034	464,270	470,083	480,268	477,171
20	458,266	470,311	473,956	471,055	464,332	470,248	480,541
21	444,098	458,420	470,371	473,703	470,794	464,353	470,339
22	440,286	444,239	458,454	470,038	473,361	470,798	464,432
23	448,317	440,322	444,147	457,985	469,606	473,334	470,773

ตารางที่ ข4 (ต่อ) จำนวนประชากรกลางปีของเพศหญิง ในปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ.2559

อายุ	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
24	465,245	448,286	440,218	443,846	457,703	469,528	473,288
25	476,715	465,228	448,239	440,097	443,689	457,590	469,450
26	485,357	476,673	465,108	447,701	439,578	443,570	457,492
27	501,323	485,204	476,453	464,967	447,604	439,441	443,439
28	511,094	501,184	485,111	476,072	464,498	447,416	439,252
29	517,157	510,893	500,898	484,768	475,784	464,285	447,209
30	524,775	516,914	510,611	500,344	484,216	475,516	464,071
31	519,397	524,457	516,518	510,147	499,939	483,923	475,223
32	525,958	518,984	524,020	515,934	509,601	499,586	483,592
33	538,193	525,487	518,536	523,788	515,683	509,203	499,270
34	532,245	537,667	524,985	517,753	523,025	515,237	508,794
35	534,085	531,651	537,064	524,560	517,344	522,497	514,770
36	535,803	533,472	531,003	536,136	523,698	516,856	521,972
37	542,196	535,118	532,848	530,261	535,386	523,094	516,272
38	559,046	541,431	534,366	531,834	529,255	534,676	522,445
39	558,530	558,219	540,607	533,366	530,865	528,502	533,933
40	549,528	557,571	557,317	539,446	532,211	530,082	527,741
41	557,896	548,617	556,649	555,365	537,519	531,365	529,245
42	555,475	556,848	547,616	554,301	552,995	536,545	530,455
43	539,524	554,308	555,752	546,048	552,724	551,977	535,557
44	539,056	538,316	553,112	553,854	544,195	551,567	550,819
45	543,422	537,724	537,073	551,124	551,825	542,974	550,373
46	525,758	542,000	536,360	535,073	549,094	550,523	541,706
47	501,637	524,311	540,558	533,775	532,486	547,622	549,046

ตารางที่ ข4 (ต่อ) จำนวนประชากรกลางปีของเพศหญิง ในปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ.2559

อายุ	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
48	485,928	500,133	522,765	538,878	532,141	531,001	546,113
49	476,723	484,373	498,586	519,485	535,550	530,463	529,404
50	468,637	475,012	482,703	496,886	517,782	533,827	528,711
51	440,261	466,894	473,346	479,188	493,321	515,948	531,960
52	418,595	438,426	465,056	470,542	476,393	491,513	514,007
53	416,778	416,789	436,633	462,248	467,735	474,478	489,462
54	410,533	414,707	414,897	433,156	458,723	465,727	472,419
55	377,567	408,132	412,579	413,024	431,262	456,619	463,596
56	350,721	375,275	405,737	406,645	407,264	429,197	454,382
57	340,961	348,371	372,834	381,996	383,165	405,171	426,928
58	321,249	338,553	346,063	346,285	355,512	380,979	402,805
59	307,598	319,224	336,353	350,637	350,925	353,446	378,792
60	294,830	305,494	317,004	330,038	344,173	348,437	351,045
61	268,395	292,336	303,138	315,333	328,177	341,487	345,770
62	246,258	265,882	289,698	303,540	315,672	325,395	338,607
63	228,893	243,695	263,297	286,358	300,142	312,795	322,396
64	206,197	226,290	240,979	266,914	289,820	297,061	309,591
65	196,616	203,595	223,584	244,020	269,668	286,581	293,806
66	186,696	193,883	200,924	221,925	242,048	266,216	282,989
67	184,269	183,811	190,995	201,111	221,926	238,746	262,670
68	183,388	181,268	180,866	192,673	202,653	218,531	235,189
69	170,605	179,979	178,064	175,947	187,636	199,297	214,909
70	168,179	167,184	176,527	180,037	178,008	184,211	195,736
71	166,671	164,478	163,654	166,592	169,999	174,369	180,450

ตารางที่ ข4 (ต่อ) จำนวนประชากรกลางปีของเพศหญิง ในปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ.2559

อายุ	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
72	157,775	162,615	160,668	164,702	167,611	166,243	170,596
73	150,229	153,608	158,460	155,614	159,592	163,598	162,313
74	140,316	145,843	149,332	154,721	151,983	155,313	159,358
75	129,371	135,610	141,230	145,310	150,681	147,576	150,744
76	122,836	124,610	130,853	138,631	142,710	145,894	142,862
77	115,150	117,805	119,802	125,373	132,928	137,661	140,830
78	104,123	109,953	112,658	119,230	124,759	127,771	132,425
79	93,009	98,980	104,701	108,042	114,469	119,291	122,289
80	83,381	87,965	93,862	102,355	105,583	108,917	113,574
81	77,282	78,315	82,908	90,261	98,333	99,880	103,032
82	67,983	72,266	73,425	80,603	87,557	92,452	93,922
83	57,561	63,059	67,252	69,988	76,775	81,870	86,347
84	49,535	52,837	58,243	65,061	67,713	71,306	76,021
85	39,645	44,959	48,263	53,476	59,826	62,413	65,627
86	34,721	35,724	40,791	47,751	52,539	54,656	56,964
87	29,439	30,936	32,085	37,470	43,791	47,518	49,372
88	24,559	25,903	27,410	30,975	35,822	39,110	42,378
89	21,226	21,438	22,740	25,645	28,860	31,660	34,569
90	15,460	18,298	18,603	20,256	22,784	25,195	27,585
91	12,504	13,152	15,730	17,566	18,943	19,660	21,698
92	11,179	10,521	11,220	13,908	15,370	16,107	16,681
93	9,493	9,306	8,883	10,183	12,414	12,962	13,486
94	7,059	7,858	7,776	8,547	9,596	10,363	10,750
95	5,125	5,842	6,576	6,357	6,925	7,924	8,541

ตารางที่ ข4 (ต่อ) จำนวนประชากรกลางปีของเพศหญิง ในปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ.2559

อายุ	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
96	4,101	4,256	4,945	5,980	5,691	5,679	6,479
97	2,835	3,379	3,556	4,124	4,967	4,733	4,645
98	2,392	2,303	2,836	3,659	4,124	4,157	3,874
99	1,997	1,985	1,923	2,402	3,129	3,515	3,460
100	1,496	1,690	1,710	1,926	2,318	2,630	2,958
มากกว่า 100	6,817	7,314	8,169	9,173	10,253	11,288	8,021



ภาคผนวก ค
อัตราณระรายอายุ 50 – 110 ปี เพศชาย และเพศหญิง ในปี
พ.ศ. 2558 ถึง พ.ศ. 2588

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ค1 อัตราณรรณรายอายุ 50 – 110 ปี ของเพศชาย ตั้งแต่ พ.ศ.2558 ถึง พ.ศ.2565

อายุ	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2561	ปี 2562	ปี 2563	ปี 2564	ปี 2565
50	0.0078	0.0076	0.0076	0.0076	0.0075	0.0074	0.0074	0.0073
51	0.0083	0.0081	0.0080	0.0080	0.0079	0.0078	0.0078	0.0077
52	0.0088	0.0086	0.0086	0.0085	0.0085	0.0084	0.0083	0.0083
53	0.0093	0.0091	0.0090	0.0089	0.0088	0.0088	0.0087	0.0086
54	0.0099	0.0097	0.0096	0.0095	0.0095	0.0094	0.0093	0.0092
55	0.0105	0.0100	0.0099	0.0098	0.0097	0.0095	0.0094	0.0093
56	0.0110	0.0105	0.0104	0.0102	0.0101	0.0100	0.0099	0.0097
57	0.0118	0.0117	0.0116	0.0115	0.0114	0.0113	0.0112	0.0111
58	0.0127	0.0125	0.0124	0.0123	0.0122	0.0121	0.0120	0.0119
59	0.0136	0.0133	0.0131	0.0130	0.0129	0.0127	0.0126	0.0125
60	0.0145	0.0140	0.0138	0.0137	0.0135	0.0134	0.0132	0.0131
61	0.0156	0.0152	0.0150	0.0148	0.0147	0.0145	0.0143	0.0142
62	0.0166	0.0162	0.0160	0.0159	0.0157	0.0155	0.0154	0.0152
63	0.0178	0.0172	0.0170	0.0168	0.0166	0.0164	0.0163	0.0161
64	0.0191	0.0183	0.0180	0.0178	0.0175	0.0173	0.0171	0.0168
65	0.0206	0.0199	0.0196	0.0194	0.0192	0.0189	0.0187	0.0185
66	0.0222	0.0216	0.0214	0.0211	0.0209	0.0206	0.0204	0.0202
67	0.0238	0.0230	0.0227	0.0224	0.0221	0.0219	0.0216	0.0213
68	0.0255	0.0251	0.0249	0.0246	0.0244	0.0242	0.0239	0.0237
69	0.0280	0.0272	0.0268	0.0265	0.0262	0.0259	0.0256	0.0252
70	0.0301	0.0287	0.0283	0.0279	0.0274	0.0270	0.0266	0.0262
71	0.0329	0.0318	0.0314	0.0310	0.0306	0.0302	0.0298	0.0294
72	0.0357	0.0345	0.0340	0.0336	0.0331	0.0327	0.0322	0.0318
73	0.0388	0.0374	0.0369	0.0364	0.0359	0.0354	0.0349	0.0345

ตารางที่ ค1(ต่อ) อัตราณณะรายอายุ 50 - 110 ปี ของเพศชาย ตั้งแต่ พ.ศ.2558 ถึง พ.ศ.2565

อายุ	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2561	ปี 2562	ปี 2563	ปี 2564	ปี 2565
74	0.0423	0.0406	0.0401	0.0395	0.0390	0.0384	0.0379	0.0374
75	0.0460	0.0442	0.0436	0.0430	0.0424	0.0418	0.0412	0.0406
76	0.0501	0.0481	0.0474	0.0468	0.0461	0.0454	0.0448	0.0441
77	0.0547	0.0524	0.0517	0.0509	0.0502	0.0495	0.0488	0.0481
78	0.0597	0.0572	0.0564	0.0556	0.0548	0.0540	0.0532	0.0524
79	0.0652	0.0625	0.0616	0.0607	0.0598	0.0589	0.0581	0.0572
80	0.0713	0.0683	0.0673	0.0663	0.0653	0.0644	0.0635	0.0625
81	0.0780	0.0747	0.0736	0.0726	0.0715	0.0705	0.0694	0.0684
82	0.0854	0.0818	0.0806	0.0795	0.0783	0.0772	0.0761	0.0750
83	0.0936	0.0897	0.0884	0.0871	0.0859	0.0846	0.0834	0.0822
84	0.1026	0.0984	0.0970	0.0956	0.0942	0.0929	0.0915	0.0902
85	0.1126	0.1080	0.1065	0.1050	0.1035	0.1020	0.1006	0.0992
86	0.1236	0.1186	0.1170	0.1153	0.1137	0.1122	0.1106	0.1091
87	0.1357	0.1304	0.1286	0.1268	0.1251	0.1234	0.1218	0.1201
88	0.1491	0.1434	0.1415	0.1396	0.1377	0.1359	0.1341	0.1323
89	0.1638	0.1577	0.1557	0.1537	0.1517	0.1497	0.1478	0.1459
90	0.1800	0.1736	0.1714	0.1693	0.1671	0.1651	0.1630	0.1609
91	0.1979	0.1911	0.1888	0.1865	0.1843	0.1820	0.1798	0.1776
92	0.2175	0.2104	0.2080	0.2056	0.2032	0.2008	0.1985	0.1962
93	0.2391	0.2317	0.2291	0.2266	0.2241	0.2216	0.2191	0.2167
94	0.2627	0.2551	0.2524	0.2497	0.2471	0.2445	0.2419	0.2393
95	0.2886	0.2808	0.2780	0.2752	0.2725	0.2697	0.2670	0.2643
96	0.3168	0.3090	0.3061	0.3032	0.3003	0.2975	0.2947	0.2919
97	0.3476	0.3397	0.3367	0.3338	0.3308	0.3279	0.3251	0.3222

ตารางที่ ค1(ต่อ) อัตราณรรายอายุ 50 – 110 ปี ของเพศชาย ตั้งแต่ พ.ศ.2558 ถึง พ.ศ.2565

อายุ	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2561	ปี 2562	ปี 2563	ปี 2564	ปี 2565
98	0.3811	0.3732	0.3702	0.3672	0.3642	0.3613	0.3583	0.3554
99	0.4173	0.4097	0.4066	0.4036	0.4006	0.3976	0.3947	0.3917
100	0.4565	0.4491	0.4461	0.4431	0.4401	0.4371	0.4342	0.4313
101	0.4987	0.4917	0.4887	0.4858	0.4828	0.4799	0.4770	0.4742
102	0.5439	0.5373	0.5345	0.5316	0.5288	0.5260	0.5232	0.5204
103	0.5922	0.5861	0.5834	0.5808	0.5781	0.5755	0.5728	0.5702
104	0.6434	0.6379	0.6354	0.6330	0.6305	0.6281	0.6257	0.6233
105	0.6976	0.6926	0.6904	0.6883	0.6861	0.6839	0.6818	0.6796
106	0.7546	0.7500	0.7482	0.7463	0.7445	0.7427	0.7408	0.7390
107	0.8141	0.8099	0.8084	0.8070	0.8055	0.8041	0.8026	0.8012
108	0.8760	0.8718	0.8708	0.8698	0.8688	0.8677	0.8667	0.8657
109	0.9399	0.9353	0.9348	0.9343	0.9337	0.9332	0.9327	0.9322
110	1.0054	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

ตารางที่ ค2 อัตราณรรณรายอายุ 50 – 110 ปี ของเพศชาย ตั้งแต่ พ.ศ.2566 ถึง พ.ศ.2573

อายุ	ปี 2566	ปี 2567	ปี 2568	ปี 2569	ปี 2570	ปี 2571	ปี 2572	ปี 2573
50	0.0073	0.0073	0.0072	0.0072	0.0071	0.0071	0.0070	0.0070
51	0.0077	0.0076	0.0076	0.0075	0.0074	0.0074	0.0073	0.0073
52	0.0082	0.0082	0.0081	0.0081	0.0080	0.0080	0.0079	0.0079
53	0.0085	0.0085	0.0084	0.0083	0.0083	0.0082	0.0081	0.0081
54	0.0092	0.0091	0.0090	0.0089	0.0088	0.0088	0.0087	0.0086
55	0.0092	0.0091	0.0090	0.0089	0.0088	0.0087	0.0086	0.0085
56	0.0096	0.0095	0.0094	0.0092	0.0091	0.0090	0.0089	0.0088
57	0.0110	0.0110	0.0109	0.0108	0.0107	0.0106	0.0105	0.0104
58	0.0118	0.0117	0.0116	0.0115	0.0114	0.0113	0.0112	0.0111
59	0.0124	0.0122	0.0121	0.0120	0.0119	0.0117	0.0116	0.0115
60	0.0129	0.0128	0.0126	0.0125	0.0123	0.0122	0.0120	0.0119
61	0.0140	0.0139	0.0137	0.0136	0.0134	0.0133	0.0131	0.0130
62	0.0150	0.0149	0.0147	0.0145	0.0144	0.0142	0.0141	0.0139
63	0.0159	0.0157	0.0155	0.0153	0.0152	0.0150	0.0148	0.0146
64	0.0166	0.0164	0.0162	0.0159	0.0157	0.0155	0.0153	0.0151
65	0.0182	0.0180	0.0178	0.0176	0.0174	0.0171	0.0169	0.0167
66	0.0199	0.0197	0.0195	0.0192	0.0190	0.0188	0.0186	0.0184
67	0.0210	0.0208	0.0205	0.0203	0.0200	0.0197	0.0195	0.0192
68	0.0234	0.0232	0.0230	0.0227	0.0225	0.0223	0.0221	0.0218
69	0.0249	0.0246	0.0243	0.0240	0.0237	0.0235	0.0232	0.0229
70	0.0259	0.0255	0.0251	0.0247	0.0244	0.0240	0.0236	0.0233
71	0.0290	0.0287	0.0283	0.0279	0.0276	0.0272	0.0268	0.0265
72	0.0314	0.0310	0.0306	0.0302	0.0298	0.0294	0.0290	0.0286
73	0.0340	0.0335	0.0331	0.0326	0.0322	0.0317	0.0313	0.0309

ตารางที่ ค2 (ต่อ) อัตราณรรณรายอายุ 50 – 110 ปี ของเพศชาย ตั้งแต่ พ.ศ.2566 ถึง พ.ศ.2573

อายุ	ปี 2566	ปี 2567	ปี 2568	ปี 2569	ปี 2570	ปี 2571	ปี 2572	ปี 2573
74	0.0369	0.0364	0.0358	0.0354	0.0349	0.0344	0.0339	0.0334
75	0.0400	0.0395	0.0389	0.0384	0.0378	0.0373	0.0368	0.0362
76	0.0435	0.0429	0.0423	0.0417	0.0411	0.0405	0.0399	0.0394
77	0.0474	0.0467	0.0460	0.0454	0.0447	0.0441	0.0434	0.0428
78	0.0517	0.0509	0.0502	0.0494	0.0487	0.0480	0.0473	0.0466
79	0.0564	0.0556	0.0548	0.0540	0.0532	0.0524	0.0516	0.0509
80	0.0616	0.0607	0.0598	0.0590	0.0581	0.0573	0.0564	0.0556
81	0.0674	0.0664	0.0655	0.0645	0.0636	0.0627	0.0617	0.0608
82	0.0739	0.0728	0.0717	0.0707	0.0697	0.0687	0.0677	0.0667
83	0.0810	0.0799	0.0787	0.0776	0.0765	0.0754	0.0743	0.0732
84	0.0890	0.0877	0.0864	0.0852	0.0840	0.0828	0.0816	0.0804
85	0.0978	0.0964	0.0950	0.0937	0.0924	0.0911	0.0898	0.0885
86	0.1076	0.1061	0.1046	0.1032	0.1017	0.1003	0.0989	0.0976
87	0.1185	0.1169	0.1153	0.1137	0.1122	0.1106	0.1091	0.1077
88	0.1306	0.1288	0.1271	0.1254	0.1238	0.1221	0.1205	0.1189
89	0.1440	0.1421	0.1403	0.1385	0.1367	0.1349	0.1332	0.1315
90	0.1589	0.1569	0.1550	0.1530	0.1511	0.1492	0.1473	0.1455
91	0.1755	0.1734	0.1713	0.1692	0.1672	0.1651	0.1631	0.1612
92	0.1939	0.1916	0.1894	0.1872	0.1850	0.1829	0.1807	0.1786
93	0.2143	0.2119	0.2095	0.2072	0.2049	0.2026	0.2003	0.1981
94	0.2368	0.2343	0.2318	0.2293	0.2269	0.2245	0.2221	0.2198
95	0.2617	0.2591	0.2565	0.2539	0.2514	0.2488	0.2464	0.2439
96	0.2892	0.2865	0.2838	0.2811	0.2784	0.2758	0.2732	0.2707
97	0.3194	0.3166	0.3138	0.3110	0.3083	0.3056	0.3029	0.3003

ตารางที่ ค2 (ต่อ) อัตราณรรายอายุ 50 – 110 ปี ของเพศชาย ตั้งแต่ พ.ศ.2566 ถึง พ.ศ.2573

อายุ	ปี 2566	ปี 2567	ปี 2568	ปี 2569	ปี 2570	ปี 2571	ปี 2572	ปี 2573
98	0.3525	0.3497	0.3468	0.3440	0.3412	0.3385	0.3357	0.3330
99	0.3888	0.3859	0.3831	0.3802	0.3774	0.3746	0.3718	0.3690
100	0.4284	0.4255	0.4226	0.4197	0.4169	0.4141	0.4113	0.4085
101	0.4713	0.4685	0.4657	0.4629	0.4601	0.4573	0.4545	0.4518
102	0.5177	0.5149	0.5122	0.5095	0.5068	0.5041	0.5014	0.4988
103	0.5676	0.5650	0.5624	0.5598	0.5573	0.5547	0.5522	0.5496
104	0.6209	0.6185	0.6161	0.6137	0.6113	0.6090	0.6066	0.6043
105	0.6775	0.6754	0.6732	0.6711	0.6690	0.6669	0.6648	0.6627
106	0.7372	0.7354	0.7336	0.7317	0.7299	0.7281	0.7264	0.7246
107	0.7998	0.7983	0.7969	0.7955	0.7940	0.7926	0.7912	0.7898
108	0.8647	0.8637	0.8627	0.8617	0.8608	0.8598	0.8588	0.8578
109	0.9316	0.9311	0.9306	0.9301	0.9296	0.9290	0.9285	0.9280
110	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

ตารางที่ ค3 อัตราณรรณรายอายุ 50 – 110 ปี ของเพศชาย ตั้งแต่ พ.ศ.2574 ถึง พ.ศ.2581

อายุ	ปี 2574	ปี 2575	ปี 2576	ปี 2577	ปี 2578	ปี 2579	ปี 2580	ปี 2581
50	0.0069	0.0069	0.0068	0.0068	0.0067	0.0067	0.0066	0.0066
51	0.0072	0.0072	0.0071	0.0071	0.0070	0.0070	0.0069	0.0069
52	0.0078	0.0078	0.0077	0.0077	0.0076	0.0076	0.0075	0.0075
53	0.0080	0.0079	0.0079	0.0078	0.0077	0.0077	0.0076	0.0075
54	0.0086	0.0085	0.0084	0.0083	0.0083	0.0082	0.0081	0.0081
55	0.0084	0.0083	0.0082	0.0081	0.0080	0.0079	0.0078	0.0077
56	0.0087	0.0086	0.0084	0.0083	0.0082	0.0081	0.0080	0.0079
57	0.0104	0.0103	0.0102	0.0101	0.0100	0.0100	0.0099	0.0098
58	0.0110	0.0109	0.0108	0.0107	0.0106	0.0105	0.0105	0.0104
59	0.0114	0.0113	0.0112	0.0111	0.0110	0.0108	0.0107	0.0106
60	0.0118	0.0116	0.0115	0.0114	0.0112	0.0111	0.0110	0.0108
61	0.0128	0.0127	0.0126	0.0124	0.0123	0.0122	0.0120	0.0119
62	0.0138	0.0136	0.0135	0.0133	0.0132	0.0131	0.0129	0.0128
63	0.0145	0.0143	0.0141	0.0140	0.0138	0.0137	0.0135	0.0133
64	0.0149	0.0147	0.0145	0.0143	0.0141	0.0139	0.0137	0.0135
65	0.0165	0.0163	0.0161	0.0159	0.0157	0.0155	0.0153	0.0152
66	0.0181	0.0179	0.0177	0.0175	0.0173	0.0171	0.0169	0.0167
67	0.0190	0.0188	0.0185	0.0183	0.0181	0.0178	0.0176	0.0174
68	0.0216	0.0214	0.0212	0.0210	0.0208	0.0205	0.0203	0.0201
69	0.0226	0.0223	0.0221	0.0218	0.0215	0.0213	0.0210	0.0208
70	0.0229	0.0226	0.0223	0.0219	0.0216	0.0213	0.0210	0.0207
71	0.0262	0.0258	0.0255	0.0252	0.0248	0.0245	0.0242	0.0239
72	0.0282	0.0278	0.0275	0.0271	0.0267	0.0264	0.0260	0.0257
73	0.0305	0.0301	0.0296	0.0292	0.0288	0.0285	0.0281	0.0277

ตารางที่ ค3 (ต่อ) อัตราการณัรรายอายุ 50 – 110 ปี ของเพศชาย ตั้งแต่ พ.ศ.2574 ถึง พ.ศ.2581

อายุ	ปี 2574	ปี 2575	ปี 2576	ปี 2577	ปี 2578	ปี 2579	ปี 2580	ปี 2581
74	0.0330	0.0325	0.0321	0.0316	0.0312	0.0307	0.0303	0.0299
75	0.0357	0.0352	0.0347	0.0342	0.0338	0.0333	0.0328	0.0324
76	0.0388	0.0382	0.0377	0.0372	0.0366	0.0361	0.0356	0.0351
77	0.0422	0.0416	0.0410	0.0404	0.0398	0.0392	0.0387	0.0381
78	0.0460	0.0453	0.0446	0.0440	0.0433	0.0427	0.0421	0.0415
79	0.0501	0.0494	0.0487	0.0480	0.0473	0.0466	0.0459	0.0452
80	0.0548	0.0540	0.0532	0.0524	0.0517	0.0509	0.0502	0.0494
81	0.0600	0.0591	0.0582	0.0574	0.0565	0.0557	0.0549	0.0541
82	0.0657	0.0648	0.0638	0.0629	0.0620	0.0611	0.0602	0.0593
83	0.0721	0.0711	0.0701	0.0691	0.0681	0.0671	0.0661	0.0652
84	0.0793	0.0782	0.0771	0.0760	0.0749	0.0738	0.0728	0.0717
85	0.0873	0.0861	0.0849	0.0837	0.0825	0.0813	0.0802	0.0791
86	0.0962	0.0949	0.0936	0.0923	0.0910	0.0897	0.0885	0.0873
87	0.1062	0.1048	0.1033	0.1019	0.1006	0.0992	0.0978	0.0965
88	0.1173	0.1158	0.1142	0.1127	0.1112	0.1098	0.1083	0.1069
89	0.1298	0.1281	0.1264	0.1248	0.1232	0.1216	0.1200	0.1185
90	0.1437	0.1419	0.1401	0.1383	0.1366	0.1349	0.1332	0.1315
91	0.1592	0.1573	0.1554	0.1535	0.1516	0.1498	0.1480	0.1462
92	0.1766	0.1745	0.1725	0.1705	0.1685	0.1665	0.1646	0.1627
93	0.1959	0.1937	0.1916	0.1894	0.1873	0.1852	0.1832	0.1811
94	0.2175	0.2151	0.2129	0.2106	0.2084	0.2062	0.2040	0.2018
95	0.2414	0.2390	0.2366	0.2343	0.2319	0.2296	0.2273	0.2250
96	0.2681	0.2656	0.2631	0.2606	0.2582	0.2557	0.2533	0.2509
97	0.2976	0.2950	0.2924	0.2899	0.2873	0.2848	0.2823	0.2798

ตารางที่ ค3 (ต่อ) อัตราณรรายอายุ 50 – 110 ปี ของเพศชาย ตั้งแต่ พ.ศ.2574 ถึง พ.ศ.2581

อายุ	ปี 2574	ปี 2575	ปี 2576	ปี 2577	ปี 2578	ปี 2579	ปี 2580	ปี 2581
98	0.3303	0.3276	0.3249	0.3223	0.3197	0.3171	0.3145	0.3120
99	0.3663	0.3636	0.3609	0.3582	0.3555	0.3529	0.3502	0.3476
100	0.4058	0.4031	0.4003	0.3976	0.3950	0.3923	0.3897	0.3870
101	0.4491	0.4464	0.4437	0.4410	0.4384	0.4357	0.4331	0.4305
102	0.4961	0.4935	0.4909	0.4883	0.4857	0.4831	0.4805	0.4780
103	0.5471	0.5446	0.5421	0.5397	0.5372	0.5347	0.5323	0.5298
104	0.6020	0.5996	0.5973	0.5950	0.5927	0.5904	0.5881	0.5859
105	0.6606	0.6585	0.6564	0.6544	0.6523	0.6502	0.6482	0.6462
106	0.7228	0.7210	0.7192	0.7174	0.7157	0.7139	0.7122	0.7104
107	0.7884	0.7869	0.7855	0.7841	0.7827	0.7813	0.7799	0.7785
108	0.8568	0.8558	0.8548	0.8538	0.8528	0.8518	0.8509	0.8499
109	0.9275	0.9270	0.9265	0.9259	0.9254	0.9249	0.9244	0.9239
110	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

ตารางที่ ค4 อัตราณรรณรายอายุ 50 – 110 ปี ของเพศชาย ตั้งแต่ พ.ศ.2582 ถึง พ.ศ.2588

อายุ	ปี 2582	ปี 2583	ปี 2584	ปี 2585	ปี 2586	ปี 2587	ปี 2588
50	0.0065	0.0065	0.0065	0.0064	0.0064	0.0063	0.0063
51	0.0068	0.0068	0.0067	0.0067	0.0066	0.0066	0.0065
52	0.0074	0.0074	0.0073	0.0073	0.0072	0.0072	0.0071
53	0.0075	0.0074	0.0074	0.0073	0.0072	0.0072	0.0071
54	0.0080	0.0079	0.0079	0.0078	0.0077	0.0077	0.0076
55	0.0076	0.0075	0.0074	0.0073	0.0072	0.0071	0.0071
56	0.0078	0.0077	0.0076	0.0075	0.0074	0.0073	0.0072
57	0.0097	0.0096	0.0096	0.0095	0.0094	0.0093	0.0093
58	0.0103	0.0102	0.0101	0.0100	0.0099	0.0098	0.0098
59	0.0105	0.0104	0.0103	0.0102	0.0101	0.0100	0.0099
60	0.0107	0.0106	0.0105	0.0103	0.0102	0.0101	0.0100
61	0.0118	0.0116	0.0115	0.0114	0.0113	0.0111	0.0110
62	0.0126	0.0125	0.0124	0.0122	0.0121	0.0120	0.0119
63	0.0132	0.0130	0.0129	0.0127	0.0126	0.0124	0.0123
64	0.0134	0.0132	0.0130	0.0128	0.0127	0.0125	0.0123
65	0.0150	0.0148	0.0146	0.0144	0.0142	0.0141	0.0139
66	0.0165	0.0163	0.0162	0.0160	0.0158	0.0156	0.0154
67	0.0172	0.0169	0.0167	0.0165	0.0163	0.0161	0.0159
68	0.0199	0.0197	0.0195	0.0193	0.0191	0.0190	0.0188
69	0.0205	0.0203	0.0200	0.0198	0.0195	0.0193	0.0190
70	0.0204	0.0201	0.0198	0.0195	0.0192	0.0189	0.0186
71	0.0236	0.0233	0.0230	0.0227	0.0224	0.0221	0.0218
72	0.0253	0.0250	0.0247	0.0243	0.0240	0.0237	0.0234
73	0.0273	0.0269	0.0266	0.0262	0.0259	0.0255	0.0252

ตารางที่ ค4 (ต่อ) อัตราฆรรณระรยอายุ 50 – 110 ปี ของเพศชาย ตั้งแต่ พ.ศ.2582 ถึง พ.ศ.2588

อายุ	ปี 2582	ปี 2583	ปี 2584	ปี 2585	ปี 2586	ปี 2587	ปี 2588
74	0.0295	0.0291	0.0287	0.0283	0.0279	0.0275	0.0271
75	0.0319	0.0315	0.0310	0.0306	0.0301	0.0297	0.0293
76	0.0346	0.0341	0.0336	0.0331	0.0327	0.0322	0.0317
77	0.0376	0.0370	0.0365	0.0360	0.0355	0.0349	0.0344
78	0.0409	0.0403	0.0397	0.0391	0.0386	0.0380	0.0375
79	0.0446	0.0439	0.0433	0.0427	0.0420	0.0414	0.0408
80	0.0487	0.0480	0.0473	0.0466	0.0459	0.0453	0.0446
81	0.0533	0.0525	0.0518	0.0510	0.0503	0.0495	0.0488
82	0.0585	0.0576	0.0568	0.0560	0.0552	0.0544	0.0536
83	0.0642	0.0633	0.0624	0.0615	0.0606	0.0597	0.0589
84	0.0707	0.0697	0.0687	0.0677	0.0667	0.0658	0.0649
85	0.0779	0.0769	0.0758	0.0747	0.0737	0.0726	0.0716
86	0.0861	0.0849	0.0837	0.0825	0.0814	0.0803	0.0792
87	0.0952	0.0939	0.0926	0.0914	0.0901	0.0889	0.0877
88	0.1055	0.1041	0.1027	0.1013	0.1000	0.0986	0.0973
89	0.1170	0.1154	0.1139	0.1125	0.1110	0.1096	0.1082
90	0.1299	0.1283	0.1267	0.1251	0.1235	0.1220	0.1204
91	0.1444	0.1427	0.1410	0.1393	0.1376	0.1359	0.1343
92	0.1608	0.1589	0.1571	0.1552	0.1534	0.1516	0.1499
93	0.1791	0.1771	0.1752	0.1732	0.1713	0.1694	0.1675
94	0.1997	0.1976	0.1955	0.1934	0.1914	0.1893	0.1873
95	0.2228	0.2205	0.2183	0.2161	0.2140	0.2118	0.2097
96	0.2486	0.2462	0.2439	0.2416	0.2394	0.2371	0.2349
97	0.2774	0.2749	0.2725	0.2701	0.2677	0.2654	0.2631

ตารางที่ ค4 (ต่อ) อัตราณณะรายอายุ 50 – 110 ปี ของเพศชาย ตั้งแต่ พ.ศ.2582 ถึง พ.ศ.2588

อายุ	ปี 2582	ปี 2583	ปี 2584	ปี 2585	ปี 2586	ปี 2587	ปี 2588
98	0.3094	0.3069	0.3044	0.3019	0.2995	0.2971	0.2946
99	0.3451	0.3425	0.3399	0.3374	0.3349	0.3324	0.3299
100	0.3844	0.3818	0.3793	0.3767	0.3742	0.3716	0.3691
101	0.4279	0.4253	0.4228	0.4202	0.4177	0.4152	0.4127
102	0.4755	0.4729	0.4704	0.4679	0.4655	0.4630	0.4605
103	0.5274	0.5250	0.5226	0.5202	0.5178	0.5155	0.5131
104	0.5836	0.5814	0.5791	0.5769	0.5747	0.5724	0.5702
105	0.6441	0.6421	0.6401	0.6380	0.6360	0.6340	0.6320
106	0.7087	0.7069	0.7052	0.7034	0.7017	0.7000	0.6982
107	0.7771	0.7757	0.7743	0.7729	0.7716	0.7702	0.7688
108	0.8489	0.8479	0.8469	0.8459	0.8450	0.8440	0.8430
109	0.9234	0.9228	0.9223	0.9218	0.9213	0.9208	0.9203
110	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

ตารางที่ ค5 อัตราณรรณระรายอายุ 50 – 110 ปี ของเพศหญิง ตั้งแต่ พ.ศ.2558 ถึง พ.ศ.2565

อายุ	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2561	ปี 2562	ปี 2563	ปี 2564	ปี 2565
50	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0030	0.0029	0.0028	0.0028
51	0.0035	0.0034	0.0033	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029
52	0.0038	0.0037	0.0036	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031
53	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036	0.0035	0.0034
54	0.0044	0.0043	0.0042	0.0041	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
55	0.0047	0.0046	0.0045	0.0044	0.0043	0.0042	0.0040	0.0039
56	0.0052	0.0050	0.0049	0.0048	0.0046	0.0045	0.0044	0.0043
57	0.0056	0.0055	0.0053	0.0052	0.0050	0.0049	0.0048	0.0046
58	0.0061	0.0059	0.0058	0.0056	0.0055	0.0053	0.0052	0.0051
59	0.0067	0.0065	0.0063	0.0062	0.0060	0.0058	0.0057	0.0055
60	0.0073	0.0071	0.0069	0.0067	0.0066	0.0064	0.0062	0.0061
61	0.0080	0.0078	0.0076	0.0074	0.0072	0.0070	0.0068	0.0066
62	0.0088	0.0085	0.0083	0.0081	0.0079	0.0077	0.0075	0.0073
63	0.0096	0.0094	0.0092	0.0089	0.0087	0.0085	0.0083	0.0081
64	0.0106	0.0103	0.0101	0.0098	0.0096	0.0093	0.0091	0.0089
65	0.0117	0.0114	0.0111	0.0108	0.0106	0.0103	0.0101	0.0098
66	0.0129	0.0126	0.0123	0.0120	0.0117	0.0114	0.0111	0.0109
67	0.0142	0.0139	0.0135	0.0132	0.0129	0.0126	0.0123	0.0120
68	0.0157	0.0153	0.0150	0.0146	0.0143	0.0140	0.0136	0.0133
69	0.0173	0.0169	0.0165	0.0162	0.0158	0.0155	0.0151	0.0148
70	0.0191	0.0187	0.0183	0.0179	0.0175	0.0171	0.0168	0.0164
71	0.0202	0.0197	0.0193	0.0188	0.0184	0.0180	0.0176	0.0172
72	0.0222	0.0216	0.0211	0.0206	0.0201	0.0197	0.0192	0.0188
73	0.0243	0.0238	0.0232	0.0226	0.0221	0.0216	0.0211	0.0205

ตารางที่ ค5 (ต่อ) อัตราการณัรยอายุ 50 – 110 ปี ของเพศหญิง ตั้งแต่ พ.ศ.2558 ถึง พ.ศ.2565

อายุ	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2561	ปี 2562	ปี 2563	ปี 2564	ปี 2565
74	0.0268	0.0261	0.0255	0.0249	0.0243	0.0237	0.0231	0.0225
75	0.0295	0.0287	0.0280	0.0273	0.0267	0.0260	0.0254	0.0248
76	0.0325	0.0317	0.0309	0.0301	0.0294	0.0286	0.0279	0.0273
77	0.0358	0.0349	0.0341	0.0332	0.0324	0.0316	0.0308	0.0300
78	0.0395	0.0386	0.0376	0.0367	0.0358	0.0349	0.0340	0.0332
79	0.0437	0.0426	0.0416	0.0405	0.0395	0.0385	0.0376	0.0366
80	0.0484	0.0472	0.0460	0.0449	0.0437	0.0427	0.0416	0.0406
81	0.0536	0.0523	0.0510	0.0497	0.0485	0.0473	0.0461	0.0450
82	0.0594	0.0579	0.0565	0.0551	0.0538	0.0525	0.0512	0.0499
83	0.0659	0.0643	0.0628	0.0612	0.0597	0.0583	0.0569	0.0555
84	0.0732	0.0715	0.0697	0.0681	0.0664	0.0648	0.0633	0.0618
85	0.0814	0.0795	0.0776	0.0757	0.0740	0.0722	0.0705	0.0688
86	0.0905	0.0884	0.0864	0.0844	0.0824	0.0805	0.0786	0.0768
87	0.1008	0.0985	0.0962	0.0940	0.0919	0.0898	0.0878	0.0858
88	0.1122	0.1097	0.1073	0.1049	0.1026	0.1003	0.0981	0.0959
89	0.1251	0.1224	0.1197	0.1171	0.1146	0.1121	0.1097	0.1073
90	0.1394	0.1365	0.1336	0.1308	0.1281	0.1254	0.1228	0.1202
91	0.1555	0.1523	0.1493	0.1462	0.1433	0.1404	0.1376	0.1348
92	0.1734	0.1700	0.1667	0.1635	0.1603	0.1572	0.1542	0.1512
93	0.1934	0.1898	0.1863	0.1828	0.1794	0.1761	0.1729	0.1697
94	0.2156	0.2118	0.2081	0.2044	0.2008	0.1973	0.1938	0.1904
95	0.2404	0.2364	0.2325	0.2286	0.2248	0.2210	0.2174	0.2138
96	0.2678	0.2637	0.2595	0.2555	0.2515	0.2476	0.2437	0.2399
97	0.2982	0.2939	0.2896	0.2854	0.2812	0.2772	0.2731	0.2691

ตารางที่ ค5 (ต่อ) อัตราณรรายอายุ 50 – 110 ปี ของเพศหญิง ตั้งแต่ พ.ศ.2558 ถึง พ.ศ.2565

อายุ	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2561	ปี 2562	ปี 2563	ปี 2564	ปี 2565
98	0.3317	0.3273	0.3229	0.3185	0.3143	0.3100	0.3059	0.3018
99	0.3686	0.3641	0.3596	0.3552	0.3508	0.3465	0.3422	0.3380
100	0.4089	0.4044	0.3999	0.3954	0.3910	0.3867	0.3824	0.3781
101	0.4529	0.4484	0.4440	0.4396	0.4352	0.4309	0.4266	0.4223
102	0.5006	0.4963	0.4919	0.4876	0.4834	0.4791	0.4750	0.4708
103	0.5520	0.5479	0.5438	0.5397	0.5356	0.5316	0.5276	0.5236
104	0.6072	0.6033	0.5995	0.5957	0.5919	0.5882	0.5844	0.5807
105	0.6658	0.6624	0.6589	0.6556	0.6522	0.6488	0.6455	0.6421
106	0.7277	0.7248	0.7219	0.7190	0.7161	0.7132	0.7104	0.7075
107	0.7926	0.7903	0.7880	0.7857	0.7834	0.7811	0.7788	0.7766
108	0.8600	0.8584	0.8568	0.8551	0.8535	0.8519	0.8503	0.8487
109	0.9293	0.9285	0.9277	0.9268	0.9260	0.9252	0.9243	0.9235
110	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

ตารางที่ ค6 อัตราณรรณระรายอายุ 50 – 110 ปี ของเพศหญิง ตั้งแต่ พ.ศ.2566 ถึง พ.ศ.2573

อายุ	ปี 2566	ปี 2567	ปี 2568	ปี 2569	ปี 2570	ปี 2571	ปี 2572	ปี 2573
50	0.0027	0.0026	0.0026	0.0025	0.0024	0.0024	0.0023	0.0023
51	0.0029	0.0028	0.0027	0.0027	0.0026	0.0025	0.0025	0.0024
52	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0028	0.0027	0.0026	0.0026
53	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027
54	0.0035	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029
55	0.0038	0.0037	0.0036	0.0035	0.0034	0.0034	0.0033	0.0032
56	0.0042	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036	0.0035	0.0034
57	0.0045	0.0044	0.0043	0.0042	0.0041	0.0039	0.0038	0.0037
58	0.0049	0.0048	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0042	0.0041
59	0.0054	0.0052	0.0051	0.0050	0.0048	0.0047	0.0046	0.0045
60	0.0059	0.0057	0.0056	0.0054	0.0053	0.0052	0.0050	0.0049
61	0.0065	0.0063	0.0061	0.0060	0.0058	0.0057	0.0055	0.0054
62	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064	0.0062	0.0061	0.0059
63	0.0078	0.0076	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0067	0.0066
64	0.0087	0.0084	0.0082	0.0080	0.0078	0.0076	0.0074	0.0073
65	0.0096	0.0093	0.0091	0.0089	0.0087	0.0085	0.0083	0.0081
66	0.0106	0.0104	0.0101	0.0099	0.0096	0.0094	0.0092	0.0089
67	0.0118	0.0115	0.0112	0.0109	0.0107	0.0104	0.0102	0.0100
68	0.0130	0.0127	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0114	0.0111
69	0.0145	0.0142	0.0138	0.0135	0.0132	0.0130	0.0127	0.0124
70	0.0161	0.0157	0.0154	0.0151	0.0148	0.0144	0.0141	0.0138
71	0.0168	0.0164	0.0160	0.0156	0.0153	0.0149	0.0146	0.0142
72	0.0183	0.0179	0.0175	0.0171	0.0167	0.0163	0.0159	0.0155
73	0.0201	0.0196	0.0191	0.0187	0.0182	0.0178	0.0174	0.0169

ตารางที่ ค6 (ต่อ) อัตราการณัรยอายุ 50 – 110 ปี ของเพศหญิง ตั้งแต่ พ.ศ.2566 ถึง พ.ศ.2573

อายุ	ปี 2566	ปี 2567	ปี 2568	ปี 2569	ปี 2570	ปี 2571	ปี 2572	ปี 2573
74	0.0220	0.0215	0.0209	0.0204	0.0199	0.0195	0.0190	0.0185
75	0.0242	0.0236	0.0230	0.0224	0.0219	0.0214	0.0208	0.0203
76	0.0266	0.0259	0.0253	0.0247	0.0241	0.0235	0.0229	0.0223
77	0.0293	0.0286	0.0279	0.0272	0.0265	0.0258	0.0252	0.0246
78	0.0323	0.0315	0.0307	0.0300	0.0292	0.0285	0.0278	0.0271
79	0.0357	0.0348	0.0340	0.0331	0.0323	0.0315	0.0307	0.0300
80	0.0396	0.0386	0.0376	0.0367	0.0358	0.0349	0.0340	0.0332
81	0.0439	0.0428	0.0417	0.0407	0.0397	0.0387	0.0377	0.0368
82	0.0487	0.0475	0.0463	0.0452	0.0441	0.0430	0.0419	0.0409
83	0.0541	0.0528	0.0515	0.0503	0.0491	0.0479	0.0467	0.0456
84	0.0603	0.0588	0.0574	0.0560	0.0547	0.0534	0.0521	0.0508
85	0.0672	0.0656	0.0641	0.0625	0.0611	0.0596	0.0582	0.0568
86	0.0750	0.0733	0.0716	0.0699	0.0683	0.0667	0.0651	0.0636
87	0.0838	0.0819	0.0801	0.0782	0.0765	0.0747	0.0730	0.0714
88	0.0938	0.0917	0.0897	0.0877	0.0857	0.0838	0.0820	0.0802
89	0.1050	0.1028	0.1005	0.0984	0.0963	0.0942	0.0921	0.0902
90	0.1177	0.1153	0.1129	0.1105	0.1082	0.1059	0.1037	0.1015
91	0.1321	0.1294	0.1268	0.1242	0.1217	0.1193	0.1169	0.1145
92	0.1482	0.1454	0.1426	0.1398	0.1371	0.1344	0.1318	0.1293
93	0.1665	0.1634	0.1604	0.1574	0.1545	0.1517	0.1489	0.1461
94	0.1871	0.1838	0.1805	0.1774	0.1742	0.1712	0.1682	0.1652
95	0.2102	0.2067	0.2033	0.1999	0.1966	0.1933	0.1901	0.1869
96	0.2362	0.2325	0.2288	0.2253	0.2218	0.2183	0.2149	0.2115
97	0.2652	0.2614	0.2576	0.2538	0.2501	0.2465	0.2429	0.2394

ตารางที่ ค6 (ต่อ) อัตราณรรายอายุ 50 – 110 ปี ของเพศหญิง ตั้งแต่ พ.ศ.2566 ถึง พ.ศ.2573

อายุ	ปี 2566	ปี 2567	ปี 2568	ปี 2569	ปี 2570	ปี 2571	ปี 2572	ปี 2573
98	0.2977	0.2937	0.2897	0.2859	0.2820	0.2782	0.2745	0.2708
99	0.3339	0.3297	0.3257	0.3217	0.3177	0.3138	0.3100	0.3061
100	0.3739	0.3698	0.3656	0.3616	0.3576	0.3536	0.3496	0.3458
101	0.4181	0.4140	0.4099	0.4058	0.4018	0.3978	0.3938	0.3899
102	0.4667	0.4626	0.4586	0.4546	0.4506	0.4467	0.4428	0.4389
103	0.5196	0.5157	0.5119	0.5080	0.5042	0.5004	0.4966	0.4929
104	0.5771	0.5734	0.5698	0.5662	0.5626	0.5590	0.5555	0.5520
105	0.6388	0.6355	0.6323	0.6290	0.6257	0.6225	0.6193	0.6161
106	0.7047	0.7019	0.6990	0.6962	0.6934	0.6907	0.6879	0.6851
107	0.7743	0.7720	0.7698	0.7676	0.7653	0.7631	0.7609	0.7586
108	0.8471	0.8456	0.8440	0.8424	0.8408	0.8392	0.8376	0.8361
109	0.9227	0.9218	0.9210	0.9202	0.9193	0.9185	0.9177	0.9169
110	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

ตารางที่ ค7 อัตราณรรณระรายอายุ 50 – 110 ปี ของเพศหญิง ตั้งแต่ พ.ศ.2574 ถึง พ.ศ.2581

อายุ	ปี 2574	ปี 2575	ปี 2576	ปี 2577	ปี 2578	ปี 2579	ปี 2580	ปี 2581
50	0.0022	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0020	0.0019	0.0019
51	0.0023	0.0023	0.0022	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0020
52	0.0025	0.0024	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021
53	0.0027	0.0026	0.0025	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022
54	0.0029	0.0028	0.0027	0.0027	0.0026	0.0025	0.0024	0.0024
55	0.0031	0.0030	0.0029	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026	0.0026
56	0.0033	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0029	0.0028
57	0.0036	0.0035	0.0034	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030
58	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036	0.0035	0.0034	0.0033
59	0.0043	0.0042	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
60	0.0048	0.0046	0.0045	0.0044	0.0043	0.0042	0.0041	0.0039
61	0.0052	0.0051	0.0050	0.0048	0.0047	0.0046	0.0045	0.0043
62	0.0058	0.0056	0.0055	0.0053	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
63	0.0064	0.0062	0.0061	0.0059	0.0058	0.0056	0.0055	0.0053
64	0.0071	0.0069	0.0067	0.0066	0.0064	0.0062	0.0061	0.0059
65	0.0079	0.0077	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066
66	0.0087	0.0085	0.0083	0.0081	0.0079	0.0077	0.0076	0.0074
67	0.0097	0.0095	0.0093	0.0091	0.0089	0.0086	0.0084	0.0082
68	0.0109	0.0106	0.0104	0.0101	0.0099	0.0097	0.0095	0.0092
69	0.0121	0.0118	0.0116	0.0113	0.0111	0.0108	0.0106	0.0104
70	0.0135	0.0133	0.0130	0.0127	0.0124	0.0122	0.0119	0.0117
71	0.0139	0.0136	0.0133	0.0130	0.0127	0.0124	0.0121	0.0118
72	0.0151	0.0148	0.0144	0.0141	0.0138	0.0135	0.0131	0.0128
73	0.0165	0.0161	0.0158	0.0154	0.0150	0.0147	0.0143	0.0140

ตารางที่ ค7 (ต่อ) อัตราการณัรยอายุ 50 – 110 ปี ของเพศหญิง ตั้งแต่ พ.ศ.2574 ถึง พ.ศ.2581

อายุ	ปี 2574	ปี 2575	ปี 2576	ปี 2577	ปี 2578	ปี 2579	ปี 2580	ปี 2581
74	0.0181	0.0176	0.0172	0.0168	0.0164	0.0160	0.0156	0.0152
75	0.0198	0.0193	0.0189	0.0184	0.0180	0.0175	0.0171	0.0167
76	0.0218	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0187	0.0183
77	0.0240	0.0234	0.0228	0.0222	0.0217	0.0211	0.0206	0.0201
78	0.0264	0.0258	0.0251	0.0245	0.0239	0.0233	0.0227	0.0222
79	0.0292	0.0285	0.0278	0.0271	0.0264	0.0258	0.0251	0.0245
80	0.0324	0.0316	0.0308	0.0300	0.0293	0.0285	0.0278	0.0271
81	0.0359	0.0350	0.0341	0.0333	0.0325	0.0317	0.0309	0.0301
82	0.0399	0.0389	0.0380	0.0370	0.0361	0.0353	0.0344	0.0335
83	0.0445	0.0434	0.0423	0.0413	0.0403	0.0393	0.0384	0.0374
84	0.0496	0.0484	0.0473	0.0461	0.0450	0.0439	0.0429	0.0419
85	0.0555	0.0542	0.0529	0.0516	0.0504	0.0492	0.0481	0.0469
86	0.0621	0.0607	0.0593	0.0579	0.0566	0.0553	0.0540	0.0527
87	0.0697	0.0682	0.0666	0.0651	0.0636	0.0622	0.0607	0.0594
88	0.0784	0.0766	0.0749	0.0733	0.0716	0.0701	0.0685	0.0670
89	0.0882	0.0863	0.0844	0.0826	0.0808	0.0791	0.0774	0.0757
90	0.0994	0.0973	0.0953	0.0933	0.0914	0.0895	0.0876	0.0858
91	0.1122	0.1100	0.1077	0.1056	0.1034	0.1013	0.0993	0.0973
92	0.1268	0.1243	0.1219	0.1195	0.1172	0.1150	0.1127	0.1105
93	0.1434	0.1407	0.1381	0.1356	0.1331	0.1306	0.1282	0.1258
94	0.1623	0.1594	0.1566	0.1539	0.1512	0.1485	0.1459	0.1433
95	0.1838	0.1807	0.1777	0.1748	0.1719	0.1690	0.1662	0.1634
96	0.2082	0.2050	0.2018	0.1986	0.1955	0.1925	0.1895	0.1865
97	0.2359	0.2325	0.2291	0.2257	0.2225	0.2192	0.2160	0.2129

ตารางที่ ค7 (ต่อ) อัตราณรรายอายุ 50 – 110 ปี ของเพศหญิง ตั้งแต่ พ.ศ.2574 ถึง พ.ศ.2581

อายุ	ปี 2574	ปี 2575	ปี 2576	ปี 2577	ปี 2578	ปี 2579	ปี 2580	ปี 2581
98	0.2671	0.2636	0.2600	0.2565	0.2531	0.2497	0.2463	0.2430
99	0.3024	0.2987	0.2950	0.2914	0.2878	0.2842	0.2807	0.2773
100	0.3419	0.3381	0.3343	0.3306	0.3269	0.3233	0.3197	0.3162
101	0.3860	0.3822	0.3784	0.3747	0.3709	0.3672	0.3636	0.3600
102	0.4351	0.4313	0.4275	0.4238	0.4201	0.4164	0.4128	0.4092
103	0.4892	0.4855	0.4818	0.4782	0.4746	0.4710	0.4675	0.4640
104	0.5485	0.5450	0.5416	0.5381	0.5347	0.5313	0.5280	0.5246
105	0.6129	0.6098	0.6066	0.6035	0.6004	0.5973	0.5942	0.5912
106	0.6824	0.6796	0.6769	0.6742	0.6715	0.6688	0.6661	0.6634
107	0.7564	0.7542	0.7520	0.7498	0.7476	0.7455	0.7433	0.7411
108	0.8345	0.8329	0.8314	0.8298	0.8283	0.8267	0.8251	0.8236
109	0.9160	0.9152	0.9144	0.9136	0.9127	0.9119	0.9111	0.9103
110	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

ตารางที่ ค8 อัตราณระรายอายุ 50 – 110 ปี ของเพศหญิง ตั้งแต่ พ.ศ.2582 ถึง พ.ศ.2588

อายุ	ปี 2582	ปี 2583	ปี 2584	ปี 2585	ปี 2586	ปี 2587	ปี 2588
50	0.0018	0.0018	0.0017	0.0017	0.0016	0.0016	0.0016
51	0.0019	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0017	0.0016
52	0.0020	0.0020	0.0019	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017
53	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0020	0.0019	0.0019
54	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0020
55	0.0025	0.0024	0.0024	0.0023	0.0022	0.0022	0.0021
56	0.0027	0.0026	0.0026	0.0025	0.0024	0.0024	0.0023
57	0.0029	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026	0.0026	0.0025
58	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0029	0.0028	0.0027
59	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0031	0.0030
60	0.0038	0.0037	0.0036	0.0035	0.0035	0.0034	0.0033
61	0.0042	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
62	0.0047	0.0046	0.0044	0.0043	0.0042	0.0041	0.0040
63	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048	0.0047	0.0046	0.0045
64	0.0058	0.0056	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0050
65	0.0064	0.0063	0.0061	0.0060	0.0058	0.0057	0.0056
66	0.0072	0.0070	0.0069	0.0067	0.0065	0.0064	0.0062
67	0.0081	0.0079	0.0077	0.0075	0.0073	0.0072	0.0070
68	0.0090	0.0088	0.0086	0.0084	0.0082	0.0081	0.0079
69	0.0101	0.0099	0.0097	0.0095	0.0093	0.0091	0.0089
70	0.0114	0.0112	0.0109	0.0107	0.0105	0.0102	0.0100
71	0.0115	0.0113	0.0110	0.0108	0.0105	0.0103	0.0100
72	0.0125	0.0122	0.0119	0.0117	0.0114	0.0111	0.0109
73	0.0136	0.0133	0.0130	0.0127	0.0124	0.0121	0.0118

ตารางที่ ค8 (ต่อ) อัตราการณัรรายอายุ 50 – 110 ปี ของเพศหญิง ตั้งแต่ พ.ศ.2582 ถึง พ.ศ.2588

อายุ	ปี 2582	ปี 2583	ปี 2584	ปี 2585	ปี 2586	ปี 2587	ปี 2588
74	0.0149	0.0145	0.0142	0.0138	0.0135	0.0132	0.0128
75	0.0163	0.0159	0.0155	0.0151	0.0147	0.0144	0.0140
76	0.0178	0.0174	0.0170	0.0165	0.0161	0.0157	0.0154
77	0.0196	0.0191	0.0186	0.0182	0.0177	0.0173	0.0169
78	0.0216	0.0211	0.0206	0.0200	0.0195	0.0191	0.0186
79	0.0239	0.0233	0.0227	0.0221	0.0216	0.0211	0.0205
80	0.0265	0.0258	0.0252	0.0245	0.0239	0.0233	0.0228
81	0.0294	0.0287	0.0280	0.0273	0.0266	0.0259	0.0253
82	0.0327	0.0319	0.0311	0.0304	0.0296	0.0289	0.0282
83	0.0365	0.0356	0.0348	0.0339	0.0331	0.0323	0.0315
84	0.0409	0.0399	0.0389	0.0380	0.0371	0.0362	0.0353
85	0.0458	0.0447	0.0437	0.0426	0.0416	0.0407	0.0397
86	0.0515	0.0503	0.0491	0.0480	0.0469	0.0458	0.0447
87	0.0580	0.0567	0.0554	0.0541	0.0529	0.0517	0.0505
88	0.0655	0.0640	0.0626	0.0612	0.0599	0.0585	0.0572
89	0.0741	0.0725	0.0709	0.0694	0.0679	0.0664	0.0650
90	0.0840	0.0822	0.0805	0.0788	0.0772	0.0755	0.0740
91	0.0953	0.0934	0.0915	0.0897	0.0879	0.0861	0.0844
92	0.1084	0.1063	0.1042	0.1022	0.1002	0.0983	0.0964
93	0.1235	0.1212	0.1190	0.1167	0.1146	0.1125	0.1104
94	0.1408	0.1383	0.1359	0.1335	0.1311	0.1288	0.1266
95	0.1607	0.1581	0.1554	0.1528	0.1503	0.1478	0.1453
96	0.1836	0.1807	0.1779	0.1751	0.1724	0.1697	0.1671
97	0.2098	0.2067	0.2037	0.2008	0.1979	0.1950	0.1921

ตารางที่ ค8 (ต่อ) อัตราณรรณรายอายุ 50 – 110 ปี ของเพศหญิง ตั้งแต่ พ.ศ.2582 ถึง พ.ศ.2588

อายุ	ปี 2582	ปี 2583	ปี 2584	ปี 2585	ปี 2586	ปี 2587	ปี 2588
98	0.2397	0.2365	0.2333	0.2302	0.2271	0.2240	0.2210
99	0.2739	0.2705	0.2672	0.2639	0.2607	0.2575	0.2543
100	0.3126	0.3092	0.3057	0.3023	0.2989	0.2956	0.2923
101	0.3564	0.3529	0.3494	0.3459	0.3425	0.3391	0.3357
102	0.4056	0.4021	0.3986	0.3951	0.3916	0.3882	0.3848
103	0.4605	0.4570	0.4536	0.4501	0.4467	0.4434	0.4400
104	0.5213	0.5180	0.5147	0.5115	0.5082	0.5050	0.5018
105	0.5881	0.5851	0.5821	0.5791	0.5761	0.5731	0.5701
106	0.6608	0.6581	0.6555	0.6528	0.6502	0.6476	0.6450
107	0.7390	0.7368	0.7346	0.7325	0.7304	0.7282	0.7261
108	0.8221	0.8205	0.8190	0.8174	0.8159	0.8144	0.8128
109	0.9095	0.9086	0.9078	0.9070	0.9062	0.9054	0.9046
110	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว ปฎิญา มากระจัน เกิดวันที่ 16 เมษายน พ.ศ.2536 ที่จังหวัด กาญจนบุรี สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เมื่อปีการศึกษา 2557 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการประกันภัย ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2558

การติดต่อ E-mail : Patinya.Markrajan@gmail.com

